

MISKONSEPSI KONSEP KIMIA SMA

BAGIAN IV

MISKONSEPSI PADA KONSEP KIMIA KELAS XI



MISKONSEPSI KONSEP KIMIA SMA

BAGIAN IV

MISKONSEPSI PADA KONSEP KIMIA KELAS XI

KASMUI

Jaten Press
Semarang, 2026

KETERANGAN PENERBITAN

Judul	Miskonsepsi Konsep Kimia SMA
Bagian	Bagian IV: Miskonsepsi pada Konsep Kimia Kelas XI
Bab	Bab 13, 14, 15, dan 16
Penulis	KASMUI
Penerbit	Jaten Press, Semarang
Edisi	Cetakan I, Tahun 2026
Ukuran	A4
Format isi	Calibri 12 pt, spasi 1,15
Jumlah halaman	1774

Hak cipta dilindungi undang-undang. Kutipan ilmiah yang wajar harus mencantumkan sumber. Dokumen ini disusun sebagai naskah pengembangan akademik dan tetap memerlukan penyuntingan substansi, telaah sejawat, verifikasi setiap kutipan, serta pemeriksaan akhir sebelum penerbitan resmi.

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Alhamdulillahillāhi rabbil ‘ālamīn. Segala puji bagi Allah Swt. yang telah melimpahkan rahmat, taufik, hidayah, kesehatan, kekuatan, serta kemudahan kepada penulis sehingga buku ***Miskonsepsi Konsep Kimia SMA: Bagian IV—Miskonsepsi pada Konsep Kimia Kelas XI*** dapat disusun dan diselesaikan. Selawat dan salam semoga senantiasa tercurah kepada Nabi Muhammad saw., keluarga, sahabat, serta seluruh umat beliau yang istiqamah meneladani jalan ilmu, kebenaran, dan kemaslahatan.

Buku ini merupakan Bagian IV dari seri ***Miskonsepsi Konsep Kimia SMA*** yang secara khusus membahas konsep-konsep kimia kelas XI. Materi di dalamnya disusun dalam Bab 13, Bab 14, Bab 15, dan Bab 16, dengan cakupan utama termokimia, laju reaksi, kesetimbangan kimia, serta larutan, asam-basa, dan kesetimbangan ion. Pemilihan materi tersebut didasarkan pada pertimbangan bahwa konsep-konsep kimia kelas XI memiliki keterkaitan antarkonsep yang kuat, memuat hubungan matematis yang cukup kompleks, serta menuntut kemampuan peserta didik dalam menghubungkan fenomena nyata dengan model partikel dan bahasa simbolik kimia.

Dalam pembelajaran kimia, keberhasilan peserta didik menjawab soal belum selalu menunjukkan bahwa mereka telah memahami konsep dengan benar. Seorang peserta didik mungkin mampu menggunakan rumus, memasukkan angka ke dalam persamaan, dan memperoleh jawaban numerik yang benar, tetapi belum tentu memahami makna kimia yang mendasari proses tersebut. Sebaliknya, jawaban yang salah tidak selalu menunjukkan adanya miskonsepsi. Kesalahan dapat muncul karena kurangnya pengetahuan prasyarat, ketidaktepatan dalam perhitungan, kekeliruan membaca grafik, kesulitan memahami istilah, atau sekadar tebakan.

Atas dasar itu, buku ini memandang miskonsepsi bukan sebagai kesalahan sesaat, melainkan sebagai pola pemahaman alternatif yang relatif konsisten, diyakini oleh peserta didik, dan digunakan untuk menjelaskan berbagai fenomena. Miskonsepsi dapat tetap bertahan meskipun peserta didik telah mengikuti pembelajaran dan mampu mengerjakan soal-soal rutin. Oleh sebab itu, identifikasi miskonsepsi tidak cukup dilakukan berdasarkan satu jawaban benar atau salah. Diagnosis perlu memperhatikan alasan, representasi yang digunakan, tingkat keyakinan, konsistensi respons, serta kemampuan peserta didik menerapkan konsep pada situasi yang berbeda.

Penyusunan buku ini dilatarbelakangi oleh kebutuhan akan sumber belajar yang tidak hanya menjelaskan konsep kimia secara normatif, tetapi juga menguraikan berbagai kemungkinan pemahaman alternatif yang dapat muncul dalam pikiran peserta didik. Buku teks pada umumnya lebih banyak menyajikan definisi, hukum, persamaan, contoh soal, dan latihan. Sementara itu, guru memerlukan informasi tambahan mengenai bagian konsep yang rawan disalahpahami, alasan munculnya miskonsepsi, indikator yang dapat diamati, instrumen untuk mengungkapkannya, serta strategi pembelajaran yang dapat membantu peserta didik melakukan perubahan konseptual.

Buku ini berusaha memenuhi kebutuhan tersebut dengan memadukan pembahasan konsep kimia dan kajian pendidikan kimia. Setiap konsep tidak hanya dijelaskan dari sisi kebenaran ilmiahnya, tetapi juga dianalisis dari sisi pembelajaran. Pembaca akan menemukan uraian mengenai definisi operasional, batas penerapan konsep, kedudukan konsep dalam jejaring pengetahuan, pengetahuan prasyarat, fenomena makroskopik, model submikroskopik, bahasa simbolik dan matematis, koordinasi antarrepresentasi, contoh, noncontoh, serta kasus batas.

Pembahasan selanjutnya diarahkan pada identifikasi miskonsepsi inti, variasi pola penalaran alternatif, sumber pembentukan miskonsepsi, serta kemungkinan pengaruh bahasa sehari-hari, ilustrasi, analogi, buku teks, cara mengajar, dan pengalaman sebelumnya. Setiap bagian juga dilengkapi dengan alternatif diagnosis melalui pertanyaan terbuka, soal bertingkat, gambar partikel, grafik, peta konsep, wawancara, dan kegiatan **Predict–Observe–Explain**. Struktur buku bergerak secara sistematis dari definisi dan pengetahuan prasyarat menuju representasi, miskonsepsi, diagnosis, remediasi, serta evaluasi transfer dan retensi.

Salah satu kerangka utama yang digunakan dalam buku ini adalah hubungan antara tiga tingkat representasi kimia, yaitu tingkat **makroskopik, submikroskopik, dan simbolik**. Pada tingkat makroskopik, peserta didik berhadapan dengan perubahan yang dapat diamati melalui pancaindra atau instrumen, seperti perubahan suhu, perubahan warna, terbentuknya gas, perubahan konsentrasi, atau tercapainya keadaan setimbang. Pada tingkat submikroskopik, fenomena tersebut dijelaskan melalui partikel, atom, molekul, ion, tumbukan, interaksi, gerak, distribusi energi, serta perubahan susunan partikel. Pada tingkat simbolik, fenomena dan model partikel dinyatakan melalui rumus, persamaan reaksi, grafik, diagram energi, konstanta, koefisien, eksponen, dan perhitungan matematis.

Kesulitan belajar kimia sering muncul ketika peserta didik hanya menguasai salah satu tingkat representasi tersebut. Peserta didik mungkin mampu menghafal persamaan, tetapi tidak dapat menjelaskan peristiwa pada tingkat partikel. Mereka mungkin mengenali perubahan yang tampak, tetapi tidak mampu menghubungkannya dengan persamaan kimia. Oleh karena itu, buku ini menempatkan koordinasi antarrepresentasi sebagai salah satu kunci untuk membangun pemahaman kimia yang utuh.

Bab mengenai **termokimia** membahas berbagai miskonsepsi yang berkaitan dengan sistem dan lingkungan, kalor, suhu, energi, reaksi eksoterm dan endoterm, perpindahan kalor, entalpi, diagram tingkat energi, persamaan termokimia, kalorimetri, kapasitas kalor, Hukum Hess, energi ikatan, serta hubungan antara pemutusan dan pembentukan ikatan. Pembahasan diarahkan agar peserta didik tidak hanya terampil menggunakan persamaan matematis, tetapi juga memahami makna fisis dan kimia dari setiap besaran serta tanda yang digunakan.

Bab mengenai **laju reaksi** mengkaji pengertian laju, perubahan konsentrasi terhadap waktu, laju rata-rata dan laju sesaat, teori tumbukan, tumbukan efektif, energi aktivasi, serta faktor-faktor yang memengaruhi laju reaksi. Faktor tersebut meliputi konsentrasi, tekanan, luas permukaan, suhu, dan katalis. Buku ini juga membahas miskonsepsi mengenai orde reaksi, persamaan laju, interpretasi grafik kinetika, serta hubungan katalis dengan entalpi dan kesetimbangan. Salah satu prinsip yang ditekankan ialah bahwa keberhasilan tidak hanya ditentukan oleh ketepatan hasil perhitungan, tetapi juga oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, ketepatan penggunaan istilah, serta retensi pemahaman setelah jeda waktu.

Bab mengenai **kesetimbangan kimia** menguraikan sifat dinamis kesetimbangan, hubungan laju reaksi maju dan balik, konsentrasi pada keadaan setimbang, tetapan kesetimbangan, kuosien reaksi, serta pengaruh perubahan konsentrasi, tekanan, volume, dan suhu. Pembahasan dirancang untuk meluruskan pemahaman yang menyamakan kesetimbangan dengan keadaan berhentinya reaksi atau menganggap bahwa konsentrasi reaktan dan produk harus sama. Buku ini menegaskan bahwa pada keadaan setimbang, laju reaksi maju sama dengan laju reaksi balik, tetapi konsentrasi reaktan dan produk tidak harus bernilai sama.

Bab mengenai **larutan, asam-basa, dan kesetimbangan ion** membahas hakikat larutan, pelarutan pada tingkat partikel, elektrolit dan nonelektrolit, konsep asam-basa, kekuatan asam

dan basa, derajat ionisasi, pH, hidrolisis garam, larutan penyangga, kelarutan, hasil kali kelarutan, serta berbagai kesetimbangan ion dalam larutan. Perhatian khusus diberikan pada perbedaan antara pemahaman konseptual dan keberhasilan algoritmik. Peserta didik diharapkan tidak hanya mampu menghitung pH atau nilai tetapan, tetapi juga dapat menjelaskan spesies yang terdapat dalam larutan, interaksi antarpartikel, arah perubahan kesetimbangan, serta keterkaitan antara model partikel dan persamaan matematis.

Strategi diagnosis yang ditawarkan dalam buku ini bersifat multi-instrumen dan berbasis pola bukti. Pertanyaan terbuka dapat digunakan untuk menggali cara berpikir peserta didik. Tes diagnostik bertingkat dapat menghubungkan jawaban, alasan, dan tingkat keyakinan. Gambar partikel membantu mengungkap model mental pada tingkat submikroskopik. Grafik dan diagram digunakan untuk mengetahui kemampuan peserta didik membaca hubungan antarvariabel. Wawancara memberikan kesempatan untuk menelusuri proses penalaran secara lebih mendalam, sedangkan kegiatan **Predict–Observe–Explain** dapat memperlihatkan perbedaan antara prediksi awal, hasil pengamatan, dan penjelasan peserta didik.

Buku ini menekankan bahwa diagnosis yang kuat tidak boleh hanya didasarkan pada skor tunggal. Bukti miskonsepsi menjadi lebih meyakinkan apabila pola alasan yang sama muncul secara berulang pada pertanyaan terbuka, soal pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer dengan tingkat keyakinan yang tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan keraguan atau pengetahuan yang belum lengkap daripada miskonsepsi yang telah mengakar.

Remediasi miskonsepsi dalam buku ini tidak dimaknai sebagai kegiatan sekadar memberi tahu jawaban yang benar. Perubahan konseptual memerlukan proses yang memberi kesempatan kepada peserta didik untuk mengungkapkan pemahaman awal, membuat prediksi, mengamati atau menganalisis bukti, menemukan ketidaksesuaian, serta membangun penjelasan yang lebih dapat dipertanggungjawabkan. Guru perlu menunjukkan keunggulan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan gagasan awal, serta cara menguji kesimpulan menggunakan data dan argumentasi yang dapat ditelusuri.

Berbagai strategi remediasi yang dibahas meliputi konflik kognitif terarah, penggunaan representasi majemuk, analogi yang disertai penjelasan batas, demonstrasi, praktikum, simulasi, diskusi argumentatif, peta konsep, pemodelan partikel, analisis kesalahan, dan refleksi metakognitif. Pemilihan strategi harus disesuaikan dengan karakter miskonsepsi, pengetahuan prasyarat, kondisi peserta didik, tujuan pembelajaran, serta sarana yang tersedia.

Evaluasi hasil remediasi juga tidak berhenti pada kemampuan menjawab soal yang serupa dengan contoh. Peserta didik perlu menghadapi masalah baru yang berbeda dalam skala, bentuk representasi, kondisi awal, ataupun konteks eksperimennya. Dengan cara tersebut, guru dapat mengetahui apakah perubahan pemahaman benar-benar telah terjadi, dapat dipertahankan, dan mampu ditransfer ke situasi baru.

Buku ini terutama ditujukan kepada guru kimia SMA/MA, mahasiswa pendidikan kimia, dosen, peneliti pendidikan kimia, pengembang bahan ajar, serta peserta didik yang ingin memperdalam pemahaman konseptual. Bagi guru, buku ini diharapkan menjadi sumber untuk merancang asesmen diagnostik dan pembelajaran remedial. Bagi mahasiswa dan peneliti, buku ini dapat menjadi pengantar untuk memahami hubungan antara struktur konsep, representasi kimia, asesmen diagnostik, dan perubahan konseptual. Bagi peserta didik, buku ini diharapkan membantu mereka menyadari bahwa belajar kimia tidak cukup dengan menghafal rumus, tetapi

memerlukan kemampuan menjelaskan alasan, membaca bukti, dan menghubungkan berbagai bentuk representasi.

Dalam penyusunannya, buku ini memanfaatkan terminologi IUPAC, data dari sumber terpercaya seperti NIST, buku teks kimia dan kimia fisik yang mapan, buku terbuka, monograf pendidikan kimia, serta artikel ilmiah yang identitas publikasi dan DOI-nya dapat ditelusuri. Meskipun demikian, ilmu pengetahuan dan pendidikan senantiasa berkembang. Oleh karena itu, pembaca dianjurkan untuk memeriksa sumber asli, membandingkan berbagai rujukan, serta menyesuaikan penerapan strategi pembelajaran dengan perkembangan kurikulum dan kondisi nyata di kelas.

Penulis menyadari bahwa buku ini masih memiliki keterbatasan. Keragaman latar belakang peserta didik, pengalaman belajar, bahasa, budaya kelas, kemampuan matematis, dan pendekatan guru dapat menimbulkan bentuk miskonsepsi yang berbeda. Oleh sebab itu, contoh dan instrumen dalam buku ini tidak dimaksudkan sebagai perangkat yang bersifat mutlak, melainkan sebagai bahan yang dapat dikembangkan, diuji, dan disesuaikan lebih lanjut.

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada para guru, dosen, mahasiswa, peneliti, penulis buku, dan ilmuwan pendidikan kimia yang karya-karyanya telah memberikan dasar bagi penyusunan buku ini. Penghargaan juga disampaikan kepada keluarga, sahabat, kolega, serta semua pihak yang telah memberikan dukungan, kritik, saran, dan motivasi selama proses penulisan.

Penulis sangat mengharapkan kritik, koreksi, dan saran yang konstruktif, terutama berkaitan dengan ketepatan konsep kimia, kualitas instrumen diagnosis, relevansi contoh, efektivitas strategi remediasi, konsistensi terminologi, serta keterbacaan penyajian. Setiap masukan akan menjadi bagian penting dalam penyempurnaan buku ini pada edisi berikutnya.

Akhirnya, penulis berharap buku ini dapat memberikan manfaat nyata bagi peningkatan kualitas pembelajaran kimia di sekolah. Semoga buku ini membantu membangun proses pembelajaran yang lebih konseptual, diagnostik, reflektif, berbasis bukti, dan manusiawi; membantu guru memahami cara berpikir peserta didik; serta mendorong peserta didik menjadi pembelajar yang kritis, teliti, jujur secara ilmiah, dan terbuka terhadap perbaikan pemahaman.

Semoga setiap ikhtiar dalam mengembangkan ilmu pengetahuan dan pendidikan menjadi amal saleh yang diridai Allah Swt. dan memberikan manfaat yang berkelanjutan bagi dunia pendidikan.

Semarang, Juli 2026

Penulis,



KASMUI

DAFTAR ISI

KETERANGAN PENERBITAN.....	3
KATA PENGANTAR.....	4
DAFTAR ISI.....	8
BAB 13	59
MISKONSEPSI TENTANG TERMOKIMIA	59
Pengantar Bab	59
Peta Konseptual dan Alur Pembahasan	59
13.1 Sistem dan Lingkungan.....	59
13.1.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep.....	59
13.1.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat.....	61
13.1.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan	62
13.1.4 Model Submikroskopik.....	63
13.1.5 Bahasa Simbolik dan Matematis	64
13.1.6 Koordinasi Antarrepresentasi	65
13.1.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas.....	66
13.1.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul.....	67
13.1.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif	68
13.1.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari.....	70
13.1.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi	71
13.1.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran	72
13.1.13 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka.....	73
13.1.14 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan.....	74
13.1.15 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain.....	75
13.1.16 Analisis Respons dan Peta Bukti.....	76
13.1.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah	77
13.1.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk.....	78
13.1.19 Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif	80
13.1.20 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut.....	81
Ringkasan Diagnostik 13.1.....	82
13.2 Sistem Terbuka, Tertutup, dan Terisolasi	82

13.2.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep.....	82
13.2.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat.....	83
13.2.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan	85
13.2.4 Model Submikroskopik.....	86
13.2.5 Bahasa Simbolik dan Matematis	87
13.2.6 Koordinasi Antarrepresentasi	88
13.2.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas.....	89
13.2.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul.....	90
13.2.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif	91
13.2.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari.....	92
13.2.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi	93
13.2.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran	95
13.2.13 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka.....	96
13.2.14 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan.....	97
13.2.15 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain.....	98
13.2.16 Analisis Respons dan Peta Bukti.....	99
13.2.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah	100
13.2.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk.....	101
13.2.19 Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif	102
13.2.20 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut.....	103
Ringkasan Diagnostik 13.2.....	105
13.3 Kalor, Suhu, dan Energi	105
13.3.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep.....	105
13.3.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat.....	106
13.3.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan	107
13.3.4 Model Submikroskopik.....	108
13.3.5 Bahasa Simbolik dan Matematis	109
13.3.6 Koordinasi Antarrepresentasi	111
13.3.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas.....	112
13.3.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul.....	113
13.3.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif	114
13.3.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari.....	115
13.3.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi	116

13.3.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran	117
13.3.13 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka.....	118
13.3.14 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan.....	119
13.3.15 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain.....	121
13.3.16 Analisis Respons dan Peta Bukti.....	122
13.3.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah	123
13.3.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk.....	124
13.3.19 Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif	125
13.3.20 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut.....	126
Ringkasan Diagnostik 13.3.....	127
13.4 Panas dan Dingin dalam Bahasa Sehari-hari.....	128
13.4.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep.....	128
13.4.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat.....	129
13.4.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan	130
13.4.4 Model Submikroskopik.....	131
13.4.5 Bahasa Simbolik dan Matematis	132
13.4.6 Koordinasi Antarrepresentasi	133
13.4.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas.....	135
13.4.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul.....	136
13.4.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif	137
13.4.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari.....	138
13.4.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi	139
13.4.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran	140
13.4.13 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka.....	141
13.4.14 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan.....	142
13.4.15 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain.....	144
13.4.16 Analisis Respons dan Peta Bukti.....	145
13.4.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah	146
13.4.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk.....	147
13.4.19 Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif	148
13.4.20 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut.....	149
Ringkasan Diagnostik 13.4.....	150
13.5 Reaksi Eksoterm dan Endoterm	151

13.5.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep.....	151
13.5.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat.....	152
13.5.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan	153
13.5.4 Model Submikroskopik.....	154
13.5.5 Bahasa Simbolik dan Matematis	155
13.5.6 Koordinasi Antarrepresentasi	156
13.5.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas.....	158
13.5.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul.....	159
13.5.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif	160
13.5.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari.....	161
13.5.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi	162
13.5.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran	163
13.5.13 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka.....	164
13.5.14 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan.....	165
13.5.15 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain.....	166
13.5.16 Analisis Respons dan Peta Bukti.....	168
13.5.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah	169
13.5.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk.....	170
13.5.19 Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif	171
13.5.20 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut.....	172
Ringkasan Diagnostik 13.5.....	173
13.6 Perpindahan Kalor.....	173
13.6.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep.....	174
13.6.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat.....	175
13.6.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan	176
13.6.4 Model Submikroskopik.....	177
13.6.5 Bahasa Simbolik dan Matematis	178
13.6.6 Koordinasi Antarrepresentasi	179
13.6.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas.....	180
13.6.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul.....	181
13.6.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif	183
13.6.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari.....	184
13.6.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi	185

13.6.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran	186
13.6.13 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka.....	187
13.6.14 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan.....	188
13.6.15 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain.....	189
13.6.16 Analisis Respons dan Peta Bukti.....	190
13.6.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah	192
13.6.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk.....	193
13.6.19 Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif	194
13.6.20 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut.....	195
Ringkasan Diagnostik 13.6.....	196
13.7 Entalpi dan Perubahan Entalpi.....	196
13.7.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep.....	196
13.7.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat.....	198
13.7.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan	199
13.7.4 Model Submikroskopik.....	200
13.7.5 Bahasa Simbolik dan Matematis	201
13.7.6 Koordinasi Antarrepresentasi	202
13.7.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas.....	203
13.7.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul.....	204
13.7.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif	205
13.7.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari.....	207
13.7.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi	208
13.7.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran	209
13.7.13 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka.....	210
13.7.14 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan.....	211
13.7.15 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain.....	212
13.7.16 Analisis Respons dan Peta Bukti.....	213
13.7.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah	214
13.7.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk.....	215
13.7.19 Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif	217
13.7.20 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut.....	218
Ringkasan Diagnostik 13.7.....	219
13.8 Diagram Tingkat Energi	219

13.8.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep.....	219
13.8.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat.....	220
13.8.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan	221
13.8.4 Model Submikroskopik.....	223
13.8.5 Bahasa Simbolik dan Matematis	224
13.8.6 Koordinasi Antarrepresentasi	225
13.8.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas.....	226
13.8.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul.....	227
13.8.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif	228
13.8.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari.....	229
13.8.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi	230
13.8.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran	231
13.8.13 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka.....	232
13.8.14 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan.....	234
13.8.15 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain.....	235
13.8.16 Analisis Respons dan Peta Bukti.....	236
13.8.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah	237
13.8.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk.....	238
13.8.19 Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif	239
13.8.20 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut.....	240
Ringkasan Diagnostik 13.8.....	241
13.9 Persamaan Termokimia	242
13.9.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep.....	242
13.9.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat.....	243
13.9.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan	244
13.9.4 Model Submikroskopik.....	245
13.9.5 Bahasa Simbolik dan Matematis	246
13.9.6 Koordinasi Antarrepresentasi	247
13.9.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas.....	248
13.9.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul.....	249
13.9.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif	250
13.9.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari.....	252
13.9.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi	253

13.9.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran	254
13.9.13 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka.....	255
13.9.14 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan.....	256
13.9.15 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain.....	257
13.9.16 Analisis Respons dan Peta Bukti.....	258
13.9.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah	259
13.9.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk.....	260
13.9.19 Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif	261
13.9.20 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut.....	262
Ringkasan Diagnostik 13.9.....	263
13.10 Kalorimetri.....	264
13.10.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep	264
13.10.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat.....	265
13.10.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan	266
13.10.4 Model Submikroskopik.....	267
13.10.5 Bahasa Simbolik dan Matematis	268
13.10.6 Koordinasi Antarrepresentasi	269
13.10.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas.....	271
13.10.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul.....	272
13.10.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif	273
13.10.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari.....	274
13.10.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi	275
13.10.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran	276
13.10.13 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka.....	277
13.10.14 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan.....	278
13.10.15 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain.....	279
13.10.16 Analisis Respons dan Peta Bukti.....	281
13.10.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah	282
13.10.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk.....	283
13.10.19 Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif	284
13.10.20 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut.....	285
Ringkasan Diagnostik 13.10.....	286
13.11 Kapasitas Kalor dan Kalor Jenis	286

13.11.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep	287
13.11.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat.....	288
13.11.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan	289
13.11.4 Model Submikroskopik.....	290
13.11.5 Bahasa Simbolik dan Matematis	291
13.11.6 Koordinasi Antarrepresentasi	292
13.11.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas.....	293
13.11.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul.....	294
13.11.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif	295
13.11.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari.....	296
13.11.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi	297
13.11.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran	299
13.11.13 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka.....	300
13.11.14 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan.....	301
13.11.15 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain.....	302
13.11.16 Analisis Respons dan Peta Bukti.....	303
13.11.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah	304
13.11.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk.....	305
13.11.19 Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif	306
13.11.20 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut.....	307
Ringkasan Diagnostik 13.11.....	308
13.12 Hukum Hess.....	309
13.12.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep	309
13.12.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat.....	310
13.12.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan	311
13.12.4 Model Submikroskopik.....	312
13.12.5 Bahasa Simbolik dan Matematis	313
13.12.6 Koordinasi Antarrepresentasi	314
13.12.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas.....	315
13.12.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul.....	317
13.12.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif	318
13.12.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari.....	319
13.12.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi	320

13.12.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran	321
13.12.13 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka.....	322
13.12.14 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan.....	323
13.12.15 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain.....	324
13.12.16 Analisis Respons dan Peta Bukti.....	325
13.12.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah	326
13.12.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk.....	328
13.12.19 Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif	329
13.12.20 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut.....	330
Ringkasan Diagnostik 13.12.....	331
13.13 Energi Ikatan.....	331
13.13.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep	331
13.13.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat.....	332
13.13.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan	334
13.13.4 Model Submikroskopik.....	335
13.13.5 Bahasa Simbolik dan Matematis	336
13.13.6 Koordinasi Antarrepresentasi	337
13.13.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas.....	338
13.13.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul.....	339
13.13.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif	340
13.13.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari.....	341
13.13.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi	342
13.13.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran	343
13.13.13 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka.....	344
13.13.14 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan.....	346
13.13.15 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain.....	347
13.13.16 Analisis Respons dan Peta Bukti.....	348
13.13.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah	349
13.13.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk.....	350
13.13.19 Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif	351
13.13.20 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut.....	352
Ringkasan Diagnostik 13.13.....	353
13.14 Pemutusan dan Pembentukan Ikatan.....	353

13.14.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep	354
13.14.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat.....	355
13.14.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan	356
13.14.4 Model Submikroskopik.....	357
13.14.5 Bahasa Simbolik dan Matematis	358
13.14.6 Koordinasi Antarrepresentasi	359
13.14.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas.....	360
13.14.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul.....	361
13.14.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif	363
13.14.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari.....	364
13.14.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi	365
13.14.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran	366
13.14.13 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka.....	367
13.14.14 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan.....	368
13.14.15 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain.....	369
13.14.16 Analisis Respons dan Peta Bukti.....	370
13.14.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah	372
13.14.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk.....	373
13.14.19 Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif	374
13.14.20 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut.....	375
Ringkasan Diagnostik 13.14.....	376
13.15 Energi Aktivasi dan Entalpi	376
13.15.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep	376
13.15.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat.....	378
13.15.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan	379
13.15.4 Model Submikroskopik.....	380
13.15.5 Bahasa Simbolik dan Matematis	381
13.15.6 Koordinasi Antarrepresentasi	382
13.15.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas.....	383
13.15.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul.....	384
13.15.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif	385
13.15.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari.....	387
13.15.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi	388

13.15.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran	389
13.15.13 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka.....	390
13.15.14 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan.....	391
13.15.15 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain.....	392
13.15.16 Analisis Respons dan Peta Bukti.....	393
13.15.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah	394
13.15.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk.....	395
13.15.19 Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif	397
13.15.20 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut.....	398
Ringkasan Diagnostik 13.15.....	399
13.16 Strategi Diagnosis dan Remediasi	399
13.16.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep	399
13.16.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat.....	400
13.16.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan	401
13.16.4 Model Submikroskopik.....	403
13.16.5 Bahasa Simbolik dan Matematis	404
13.16.6 Koordinasi Antarrepresentasi	405
13.16.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas.....	406
13.16.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul.....	407
13.16.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif	408
13.16.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari.....	409
13.16.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi	410
13.16.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran	411
13.16.13 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka.....	412
13.16.14 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan.....	414
13.16.15 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain.....	415
13.16.16 Analisis Respons dan Peta Bukti.....	416
13.16.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah	417
13.16.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk.....	418
13.16.19 Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif	419
13.16.20 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut.....	420
Ringkasan Diagnostik 13.16.....	421
13.17 Sintesis Bab	422

Daftar Pustaka Bab 13	423
BAB 14	425
MISKONSEPSI TENTANG LAJU REAKSI	425
Pengantar Bab	425
Peta Konseptual dan Alur Pembahasan	425
14.1 Makna Laju Reaksi	425
14.1.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep	425
14.1.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat	427
14.1.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan	428
14.1.4 Model Submikroskopik	429
14.1.5 Bahasa Simbolik dan Matematis	430
14.1.6 Koordinasi Antarrepresentasi	431
14.1.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas	432
14.1.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul	433
14.1.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif	434
14.1.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari	435
14.1.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi	436
14.1.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran	437
14.1.13 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka	439
14.1.14 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan	440
14.1.15 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain	441
14.1.16 Analisis Respons dan Peta Bukti	442
14.1.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah	443
14.1.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk	444
14.1.19 Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif	445
14.1.20 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut	446
Ringkasan Diagnostik 14.1	447
14.2 Perubahan Konsentrasi terhadap Waktu	448
14.2.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep	448
14.2.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat	449
14.2.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan	450
14.2.4 Model Submikroskopik	451
14.2.5 Bahasa Simbolik dan Matematis	452

14.2.6 Koordinasi Antarrepresentasi	453
14.2.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas	454
14.2.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul	455
14.2.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif	457
14.2.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari	458
14.2.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi	459
14.2.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran	460
14.2.13 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka	461
14.2.14 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan	462
14.2.15 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain	463
14.2.16 Analisis Respons dan Peta Bukti	464
14.2.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah	465
14.2.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk	467
14.2.19 Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif	468
14.2.20 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut	469
Ringkasan Diagnostik 14.2	470
14.3 Laju Rata-rata dan Laju Sesaat	470
14.3.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep	470
14.3.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat	471
14.3.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan	473
14.3.4 Model Submikroskopik	474
14.3.5 Bahasa Simbolik dan Matematis	475
14.3.6 Koordinasi Antarrepresentasi	476
14.3.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas	477
14.3.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul	478
14.3.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif	479
14.3.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari	480
14.3.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi	482
14.3.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran	483
14.3.13 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka	484
14.3.14 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan	485
14.3.15 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain	486
14.3.16 Analisis Respons dan Peta Bukti	487

14.3.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah	488
14.3.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk.....	489
14.3.19 Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif	490
14.3.20 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut.....	491
Ringkasan Diagnostik 14.3.....	493
14.4 Teori Tumbukan	493
14.4.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep.....	493
14.4.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat.....	494
14.4.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan	495
14.4.4 Model Submikroskopik.....	496
14.4.5 Bahasa Simbolik dan Matematis	497
14.4.6 Koordinasi Antarrepresentasi	498
14.4.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas.....	500
14.4.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul.....	501
14.4.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif	502
14.4.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari.....	503
14.4.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi	504
14.4.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran	505
14.4.13 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka.....	506
14.4.14 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan.....	507
14.4.15 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain.....	508
14.4.16 Analisis Respons dan Peta Bukti.....	509
14.4.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah	510
14.4.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk.....	512
14.4.19 Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif	513
14.4.20 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut.....	514
Ringkasan Diagnostik 14.4.....	515
14.5 Tumbukan Efektif	515
14.5.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep.....	515
14.5.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat.....	516
14.5.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan	517
14.5.4 Model Submikroskopik.....	519
14.5.5 Bahasa Simbolik dan Matematis	520

14.5.6 Koordinasi Antarrepresentasi	521
14.5.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas.....	522
14.5.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul.....	523
14.5.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif	524
14.5.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari.....	525
14.5.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi	526
14.5.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran	527
14.5.13 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka.....	528
14.5.14 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan.....	529
14.5.15 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain.....	531
14.5.16 Analisis Respons dan Peta Bukti.....	532
14.5.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah	533
14.5.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk.....	534
14.5.19 Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif	535
14.5.20 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut.....	536
Ringkasan Diagnostik 14.5.....	537
14.6 Energi Aktivasi	537
14.6.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep.....	538
14.6.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat.....	539
14.6.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan	540
14.6.4 Model Submikroskopik.....	541
14.6.5 Bahasa Simbolik dan Matematis	542
14.6.6 Koordinasi Antarrepresentasi	543
14.6.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas.....	544
14.6.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul.....	545
14.6.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif	546
14.6.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari.....	547
14.6.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi	548
14.6.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran	550
14.6.13 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka.....	551
14.6.14 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan.....	552
14.6.15 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain.....	553
14.6.16 Analisis Respons dan Peta Bukti.....	554

14.6.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah	555
14.6.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk.....	556
14.6.19 Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif	557
14.6.20 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut.....	558
Ringkasan Diagnostik 14.6.....	559
14.7 Pengaruh Konsentrasi	560
14.7.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep.....	560
14.7.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat.....	561
14.7.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan	562
14.7.4 Model Submikroskopik.....	563
14.7.5 Bahasa Simbolik dan Matematis	564
14.7.6 Koordinasi Antarrepresentasi	565
14.7.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas.....	566
14.7.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul.....	567
14.7.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif	569
14.7.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari.....	570
14.7.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi	571
14.7.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran	572
14.7.13 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka.....	573
14.7.14 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan.....	574
14.7.15 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain.....	575
14.7.16 Analisis Respons dan Peta Bukti.....	576
14.7.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah	577
14.7.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk.....	578
14.7.19 Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif	579
14.7.20 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut.....	581
Ringkasan Diagnostik 14.7.....	582
14.8 Pengaruh Tekanan pada Reaksi Gas	582
14.8.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep.....	582
14.8.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat.....	583
14.8.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan	584
14.8.4 Model Submikroskopik.....	585
14.8.5 Bahasa Simbolik dan Matematis	587

14.8.6 Koordinasi Antarrepresentasi	588
14.8.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas	589
14.8.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul	590
14.8.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif	591
14.8.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari	592
14.8.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi	593
14.8.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran	594
14.8.13 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka	595
14.8.14 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan	596
14.8.15 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain	597
14.8.16 Analisis Respons dan Peta Bukti	599
14.8.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah	600
14.8.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk	601
14.8.19 Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif	602
14.8.20 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut	603
Ringkasan Diagnostik 14.8	604
14.9 Pengaruh Luas Permukaan	604
14.9.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep	604
14.9.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat	606
14.9.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan	607
14.9.4 Model Submikroskopik	608
14.9.5 Bahasa Simbolik dan Matematis	609
14.9.6 Koordinasi Antarrepresentasi	610
14.9.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas	611
14.9.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul	612
14.9.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif	613
14.9.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari	614
14.9.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi	616
14.9.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran	617
14.9.13 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka	618
14.9.14 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan	619
14.9.15 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain	620
14.9.16 Analisis Respons dan Peta Bukti	621

14.9.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah	622
14.9.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk.....	623
14.9.19 Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif	624
14.9.20 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut.....	626
Ringkasan Diagnostik 14.9.....	627
14.10 Pengaruh Suhu	627
14.10.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep	627
14.10.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat.....	628
14.10.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan	629
14.10.4 Model Submikroskopik.....	630
14.10.5 Bahasa Simbolik dan Matematis.....	632
14.10.6 Koordinasi Antarrepresentasi	633
14.10.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas.....	634
14.10.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul.....	635
14.10.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif	636
14.10.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari.....	637
14.10.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi	638
14.10.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran	639
14.10.13 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka.....	641
14.10.14 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan.....	642
14.10.15 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain.....	643
14.10.16 Analisis Respons dan Peta Bukti.....	644
14.10.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah	645
14.10.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk.....	646
14.10.19 Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif	647
14.10.20 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut.....	648
Ringkasan Diagnostik 14.10.....	649
14.11 Pengaruh Katalis.....	650
14.11.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep	650
14.11.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat.....	651
14.11.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan	652
14.11.4 Model Submikroskopik.....	653
14.11.5 Bahasa Simbolik dan Matematis.....	654

14.11.6 Koordinasi Antarrepresentasi	656
14.11.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas	657
14.11.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul	658
14.11.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif	659
14.11.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari	660
14.11.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi	661
14.11.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran	662
14.11.13 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka	663
14.11.14 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan	665
14.11.15 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain	666
14.11.16 Analisis Respons dan Peta Bukti	667
14.11.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah	668
14.11.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk	669
14.11.19 Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif	670
14.11.20 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut	671
Ringkasan Diagnostik 14.11	672
14.12 Katalis dan Perubahan Entalpi	673
14.12.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep	673
14.12.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat	674
14.12.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan	675
14.12.4 Model Submikroskopik	676
14.12.5 Bahasa Simbolik dan Matematis	677
14.12.6 Koordinasi Antarrepresentasi	678
14.12.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas	679
14.12.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul	681
14.12.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif	682
14.12.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari	683
14.12.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi	684
14.12.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran	685
14.12.13 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka	686
14.12.14 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan	687
14.12.15 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain	688
14.12.16 Analisis Respons dan Peta Bukti	689

14.12.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah	690
14.12.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk.....	691
14.12.19 Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif	692
14.12.20 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut.....	694
Ringkasan Diagnostik 14.12.....	695
14.13 Katalis dan Keseimbangan	695
14.13.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep	695
14.13.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat.....	696
14.13.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan	697
14.13.4 Model Submikroskopik.....	698
14.13.5 Bahasa Simbolik dan Matematis	699
14.13.6 Koordinasi Antarrepresentasi	701
14.13.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas.....	702
14.13.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul.....	703
14.13.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif	704
14.13.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari.....	705
14.13.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi	706
14.13.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran	707
14.13.13 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka.....	708
14.13.14 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan.....	709
14.13.15 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain.....	710
14.13.16 Analisis Respons dan Peta Bukti.....	711
14.13.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah	713
14.13.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk.....	714
14.13.19 Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif	715
14.13.20 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut.....	716
Ringkasan Diagnostik 14.13.....	717
14.14 Orde Reaksi	717
14.14.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep	717
14.14.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat.....	718
14.14.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan	719
14.14.4 Model Submikroskopik.....	720
14.14.5 Bahasa Simbolik dan Matematis	722

14.14.6 Koordinasi Antarrepresentasi	723
14.14.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas.....	724
14.14.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul.....	725
14.14.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif	726
14.14.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari.....	727
14.14.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi	728
14.14.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran	729
14.14.13 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka.....	730
14.14.14 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan.....	731
14.14.15 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain.....	732
14.14.16 Analisis Respons dan Peta Bukti.....	733
14.14.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah	734
14.14.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk.....	735
14.14.19 Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif	736
14.14.20 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut.....	738
Ringkasan Diagnostik 14.14.....	739
14.15 Persamaan Laju	739
14.15.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep	739
14.15.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat.....	740
14.15.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan	741
14.15.4 Model Submikroskopik.....	742
14.15.5 Bahasa Simbolik dan Matematis	743
14.15.6 Koordinasi Antarrepresentasi	745
14.15.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas.....	746
14.15.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul.....	747
14.15.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif	748
14.15.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari.....	749
14.15.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi	750
14.15.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran	751
14.15.13 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka.....	752
14.15.14 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan.....	754
14.15.15 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain.....	755
14.15.16 Analisis Respons dan Peta Bukti.....	756

14.15.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah	757
14.15.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk.....	758
14.15.19 Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif	759
14.15.20 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut.....	760
Ringkasan Diagnostik 14.15.....	761
14.16 Interpretasi Grafik Kinetika	762
14.16.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep	762
14.16.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat.....	763
14.16.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan	764
14.16.4 Model Submikroskopik.....	765
14.16.5 Bahasa Simbolik dan Matematis	766
14.16.6 Koordinasi Antarrepresentasi	767
14.16.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas.....	769
14.16.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul.....	770
14.16.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif	771
14.16.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari.....	772
14.16.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi	773
14.16.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran	774
14.16.13 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka.....	775
14.16.14 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan.....	776
14.16.15 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain.....	777
14.16.16 Analisis Respons dan Peta Bukti.....	779
14.16.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah	780
14.16.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk.....	781
14.16.19 Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif	782
14.16.20 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut.....	783
Ringkasan Diagnostik 14.16.....	784
14.17 Hubungan Mekanisme dan Persamaan Laju.....	784
14.17.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep	785
14.17.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat.....	786
14.17.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan	787
14.17.4 Model Submikroskopik.....	788
14.17.5 Bahasa Simbolik dan Matematis	789

14.17.6 Koordinasi Antarrepresentasi	790
14.17.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas	791
14.17.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul	792
14.17.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif	794
14.17.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari	795
14.17.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi	796
14.17.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran	797
14.17.13 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka	798
14.17.14 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan	799
14.17.15 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain	800
14.17.16 Analisis Respons dan Peta Bukti	801
14.17.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah	803
14.17.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk	804
14.17.19 Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif	805
14.17.20 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut	806
Ringkasan Diagnostik 14.17	807
14.18 Strategi Diagnosis dan Remediasi	807
14.18.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep	807
14.18.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat	808
14.18.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan	810
14.18.4 Model Submikroskopik	811
14.18.5 Bahasa Simbolik dan Matematis	812
14.18.6 Koordinasi Antarrepresentasi	813
14.18.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas	814
14.18.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul	815
14.18.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif	816
14.18.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari	817
14.18.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi	818
14.18.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran	819
14.18.13 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka	820
14.18.14 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan	822
14.18.15 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain	823
14.18.16 Analisis Respons dan Peta Bukti	824

14.18.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah	825
14.18.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk.....	826
14.18.19 Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif	827
14.18.20 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut.....	828
Ringkasan Diagnostik 14.18.....	829
14.19 Sintesis Bab	829
Daftar Pustaka Bab 14	831
BAB 15	832
MISKONSEPSI TENTANG KESETIMBANGAN KIMIA	832
Pengantar Bab	832
Peta Konseptual dan Alur Pembahasan	833
15.1 Reaksi Reversibel.....	833
15.1.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep.....	833
15.1.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat.....	834
15.1.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan	835
15.1.4 Model Submikroskopik.....	836
15.1.5 Bahasa Simbolik dan Matematis	837
15.1.6 Koordinasi Antarrepresentasi	838
15.1.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas.....	840
15.1.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul.....	841
15.1.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif	842
15.1.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari.....	843
15.1.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi	844
15.1.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran	845
15.1.13 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka.....	846
15.1.14 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan.....	847
15.1.15 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain.....	848
15.1.16 Analisis Respons dan Peta Bukti.....	849
15.1.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah	850
15.1.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk.....	852
15.1.19 Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif	853
15.1.20 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut.....	854
Ringkasan Diagnostik 15.1.....	855

15.2 Keseimbangan Dinamis.....	855
15.2.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep.....	855
15.2.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat.....	856
15.2.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan	857
15.2.4 Model Submikroskopik.....	859
15.2.5 Bahasa Simbolik dan Matematis	860
15.2.6 Koordinasi Antarrepresentasi	861
15.2.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas.....	862
15.2.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul.....	863
15.2.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif	864
15.2.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari.....	865
15.2.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi	866
15.2.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran	867
15.2.13 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka.....	868
15.2.14 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan.....	869
15.2.15 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain.....	871
15.2.16 Analisis Respons dan Peta Bukti.....	872
15.2.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah	873
15.2.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk.....	874
15.2.19 Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif	875
15.2.20 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut.....	876
Ringkasan Diagnostik 15.2.....	877
15.3 Kesamaan Laju Reaksi Maju dan Balik	877
15.3.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep.....	877
15.3.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat.....	879
15.3.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan	880
15.3.4 Model Submikroskopik.....	881
15.3.5 Bahasa Simbolik dan Matematis	882
15.3.6 Koordinasi Antarrepresentasi	883
15.3.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas.....	884
15.3.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul.....	885
15.3.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif	886
15.3.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari.....	887

15.3.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi	888
15.3.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran	889
15.3.13 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka.....	891
15.3.14 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan.....	892
15.3.15 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain.....	893
15.3.16 Analisis Respons dan Peta Bukti.....	894
15.3.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah	895
15.3.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk.....	896
15.3.19 Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif	897
15.3.20 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut.....	898
Ringkasan Diagnostik 15.3.....	899
15.4 Konsentrasi pada Keadaan Setimbang.....	900
15.4.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep.....	900
15.4.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat.....	901
15.4.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan	902
15.4.4 Model Submikroskopik.....	903
15.4.5 Bahasa Simbolik dan Matematis	904
15.4.6 Koordinasi Antarrepresentasi	905
15.4.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas.....	906
15.4.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul.....	907
15.4.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif	908
15.4.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari.....	910
15.4.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi	911
15.4.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran	912
15.4.13 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka.....	913
15.4.14 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan.....	914
15.4.15 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain.....	915
15.4.16 Analisis Respons dan Peta Bukti.....	916
15.4.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah	917
15.4.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk.....	918
15.4.19 Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif	919
15.4.20 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut.....	920
Ringkasan Diagnostik 15.4.....	922

15.5 Keseimbangan sebagai Keadaan Statis	922
15.5.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep.....	922
15.5.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat.....	923
15.5.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan	924
15.5.4 Model Submikroskopik.....	925
15.5.5 Bahasa Simbolik dan Matematis	926
15.5.6 Koordinasi Antarrepresentasi	928
15.5.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas.....	929
15.5.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul.....	930
15.5.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif	931
15.5.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari.....	932
15.5.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi	933
15.5.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran	934
15.5.13 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka.....	935
15.5.14 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan.....	936
15.5.15 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain.....	937
15.5.16 Analisis Respons dan Peta Bukti.....	938
15.5.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah	939
15.5.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk.....	941
15.5.19 Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif	942
15.5.20 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut.....	943
Ringkasan Diagnostik 15.5.....	944
15.6 Tetapan Keseimbangan.....	944
15.6.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep.....	944
15.6.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat.....	945
15.6.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan	946
15.6.4 Model Submikroskopik.....	948
15.6.5 Bahasa Simbolik dan Matematis	949
15.6.6 Koordinasi Antarrepresentasi	950
15.6.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas.....	951
15.6.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul.....	952
15.6.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif	953
15.6.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari.....	954

15.6.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi	955
15.6.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran	956
15.6.13 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka.....	957
15.6.14 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan.....	958
15.6.15 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain.....	960
15.6.16 Analisis Respons dan Peta Bukti.....	961
15.6.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah	962
15.6.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk.....	963
15.6.19 Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif	964
15.6.20 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut.....	965
Ringkasan Diagnostik 15.6.....	966
15.7 Makna Nilai K.....	966
15.7.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep.....	967
15.7.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat.....	968
15.7.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan	969
15.7.4 Model Submikroskopik.....	970
15.7.5 Bahasa Simbolik dan Matematis	971
15.7.6 Koordinasi Antarrepresentasi	972
15.7.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas.....	973
15.7.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul.....	974
15.7.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif	975
15.7.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari.....	976
15.7.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi	977
15.7.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran	979
15.7.13 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka.....	980
15.7.14 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan.....	981
15.7.15 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain.....	982
15.7.16 Analisis Respons dan Peta Bukti.....	983
15.7.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah	984
15.7.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk.....	985
15.7.19 Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif	986
15.7.20 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut.....	987
Ringkasan Diagnostik 15.7.....	988

15.8 Kuosien Reaksi.....	989
15.8.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep.....	989
15.8.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat.....	990
15.8.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan	991
15.8.4 Model Submikroskopik.....	992
15.8.5 Bahasa Simbolik dan Matematis	993
15.8.6 Koordinasi Antarrepresentasi	994
15.8.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas.....	996
15.8.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul.....	997
15.8.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif	998
15.8.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari.....	999
15.8.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi	1000
15.8.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran	1001
15.8.13 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka.....	1002
15.8.14 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan.....	1003
15.8.15 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain.....	1004
15.8.16 Analisis Respons dan Peta Bukti.....	1005
15.8.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah	1007
15.8.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk.....	1008
15.8.19 Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif	1009
15.8.20 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut.....	1010
Ringkasan Diagnostik 15.8.....	1011
15.9 Pergeseran Keseimbangan.....	1011
15.9.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep.....	1011
15.9.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat.....	1012
15.9.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan	1014
15.9.4 Model Submikroskopik.....	1015
15.9.5 Bahasa Simbolik dan Matematis	1016
15.9.6 Koordinasi Antarrepresentasi	1017
15.9.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas.....	1018
15.9.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul.....	1019
15.9.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif	1020
15.9.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari.....	1021

15.9.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi	1022
15.9.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran	1023
15.9.13 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka.....	1025
15.9.14 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan.....	1026
15.9.15 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain.....	1027
15.9.16 Analisis Respons dan Peta Bukti.....	1028
15.9.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah	1029
15.9.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk.....	1030
15.9.19 Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif	1031
15.9.20 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut.....	1032
Ringkasan Diagnostik 15.9.....	1033
15.10 Asas Le Chatelier	1034
15.10.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep	1034
15.10.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat.....	1035
15.10.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan	1036
15.10.4 Model Submikroskopik.....	1037
15.10.5 Bahasa Simbolik dan Matematis	1038
15.10.6 Koordinasi Antarrepresentasi	1039
15.10.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas.....	1040
15.10.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul.....	1041
15.10.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif	1042
15.10.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari.....	1043
15.10.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi	1045
15.10.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran	1046
15.10.13 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka.....	1047
15.10.14 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan.....	1048
15.10.15 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain.....	1049
15.10.16 Analisis Respons dan Peta Bukti.....	1050
15.10.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah	1051
15.10.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk.....	1052
15.10.19 Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif	1053
15.10.20 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut.....	1054
Ringkasan Diagnostik 15.10.....	1056

15.11 Pengaruh Konsentrasi	1056
15.11.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep	1056
15.11.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat.....	1057
15.11.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan	1058
15.11.4 Model Submikroskopik.....	1059
15.11.5 Bahasa Simbolik dan Matematis	1060
15.11.6 Koordinasi Antarrepresentasi	1061
15.11.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas.....	1062
15.11.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul.....	1064
15.11.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif	1065
15.11.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari.....	1066
15.11.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi	1067
15.11.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran	1068
15.11.13 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka.....	1069
15.11.14 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan.....	1070
15.11.15 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain.....	1071
15.11.16 Analisis Respons dan Peta Bukti.....	1072
15.11.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah	1073
15.11.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk.....	1074
15.11.19 Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif	1075
15.11.20 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut.....	1076
Ringkasan Diagnostik 15.11.....	1077
15.12 Pengaruh Tekanan dan Volume	1078
15.12.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep	1078
15.12.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat.....	1079
15.12.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan	1080
15.12.4 Model Submikroskopik.....	1081
15.12.5 Bahasa Simbolik dan Matematis	1082
15.12.6 Koordinasi Antarrepresentasi	1083
15.12.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas.....	1084
15.12.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul.....	1085
15.12.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif	1086
15.12.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari.....	1088

15.12.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi	1089
15.12.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran	1090
15.12.13 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka.....	1091
15.12.14 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan.....	1092
15.12.15 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain.....	1093
15.12.16 Analisis Respons dan Peta Bukti.....	1094
15.12.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah	1095
15.12.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk.....	1096
15.12.19 Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif	1097
15.12.20 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut.....	1098
Ringkasan Diagnostik 15.12.....	1100
15.13 Pengaruh Suhu	1100
15.13.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep	1100
15.13.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat.....	1101
15.13.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan	1102
15.13.4 Model Submikroskopik.....	1103
15.13.5 Bahasa Simbolik dan Matematis	1104
15.13.6 Koordinasi Antarrepresentasi	1106
15.13.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas.....	1107
15.13.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul.....	1108
15.13.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif	1109
15.13.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari.....	1110
15.13.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi	1111
15.13.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran	1112
15.13.13 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka.....	1113
15.13.14 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan.....	1114
15.13.15 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain.....	1116
15.13.16 Analisis Respons dan Peta Bukti.....	1117
15.13.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah	1118
15.13.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk.....	1119
15.13.19 Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif	1120
15.13.20 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut.....	1121
Ringkasan Diagnostik 15.13.....	1122

15.14 Pengaruh Katalis.....	1122
15.14.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep	1123
15.14.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat.....	1124
15.14.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan	1125
15.14.4 Model Submikroskopik.....	1126
15.14.5 Bahasa Simbolik dan Matematis	1127
15.14.6 Koordinasi Antarrepresentasi	1128
15.14.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas.....	1129
15.14.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul.....	1130
15.14.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif	1131
15.14.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari.....	1132
15.14.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi	1134
15.14.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran	1135
15.14.13 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka.....	1136
15.14.14 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan.....	1137
15.14.15 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain.....	1138
15.14.16 Analisis Respons dan Peta Bukti.....	1139
15.14.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah	1140
15.14.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk.....	1141
15.14.19 Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif	1142
15.14.20 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut.....	1143
Ringkasan Diagnostik 15.14.....	1144
15.15 Penambahan Gas Inert.....	1145
15.15.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep	1145
15.15.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat.....	1146
15.15.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan	1147
15.15.4 Model Submikroskopik.....	1148
15.15.5 Bahasa Simbolik dan Matematis	1149
15.15.6 Koordinasi Antarrepresentasi	1150
15.15.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas.....	1151
15.15.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul.....	1153
15.15.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif	1154
15.15.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari.....	1155

15.15.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi	1156
15.15.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran	1157
15.15.13 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka.....	1158
15.15.14 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan.....	1159
15.15.15 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain.....	1160
15.15.16 Analisis Respons dan Peta Bukti.....	1161
15.15.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah	1162
15.15.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk.....	1163
15.15.19 Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif	1165
15.15.20 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut.....	1166
Ringkasan Diagnostik 15.15.....	1167
15.16 Keseimbangan Homogen dan Heterogen.....	1167
15.16.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep	1167
15.16.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat.....	1168
15.16.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan	1169
15.16.4 Model Submikroskopik.....	1170
15.16.5 Bahasa Simbolik dan Matematis	1172
15.16.6 Koordinasi Antarrepresentasi	1173
15.16.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas.....	1174
15.16.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul.....	1175
15.16.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif	1176
15.16.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari.....	1177
15.16.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi	1178
15.16.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran	1179
15.16.13 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka.....	1180
15.16.14 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan.....	1182
15.16.15 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain.....	1183
15.16.16 Analisis Respons dan Peta Bukti.....	1184
15.16.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah	1185
15.16.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk.....	1186
15.16.19 Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif	1187
15.16.20 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut.....	1188
Ringkasan Diagnostik 15.16.....	1189

15.17 Hubungan Kinetika dan Keseimbangan	1190
15.17.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep	1190
15.17.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat.....	1191
15.17.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan	1192
15.17.4 Model Submikroskopik.....	1193
15.17.5 Bahasa Simbolik dan Matematis	1194
15.17.6 Koordinasi Antarrepresentasi	1195
15.17.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas.....	1196
15.17.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul.....	1198
15.17.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif	1199
15.17.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari.....	1200
15.17.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi	1201
15.17.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran	1202
15.17.13 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka.....	1203
15.17.14 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan.....	1204
15.17.15 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain.....	1205
15.17.16 Analisis Respons dan Peta Bukti.....	1206
15.17.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah	1208
15.17.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk.....	1209
15.17.19 Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif	1210
15.17.20 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut.....	1211
Ringkasan Diagnostik 15.17.....	1212
15.18 Strategi Diagnosis dan Remediasi	1212
15.18.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep	1212
15.18.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat.....	1214
15.18.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan	1215
15.18.4 Model Submikroskopik.....	1216
15.18.5 Bahasa Simbolik dan Matematis	1217
15.18.6 Koordinasi Antarrepresentasi	1218
15.18.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas.....	1219
15.18.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul.....	1220
15.18.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif	1221
15.18.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari.....	1222

15.18.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi	1223
15.18.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran	1225
15.18.13 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka.....	1226
15.18.14 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan.....	1227
15.18.15 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain.....	1228
15.18.16 Analisis Respons dan Peta Bukti.....	1229
15.18.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah	1230
15.18.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk.....	1231
15.18.19 Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif	1232
15.18.20 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut.....	1233
Ringkasan Diagnostik 15.18.....	1234
15.19 Sintesis Bab	1235
Daftar Pustaka Bab 15.....	1236
BAB 16	1238
MISKONSEPSI TENTANG LARUTAN, ASAM, BASA, DAN KESETIMBANGAN ION	1238
Pengantar Bab	1238
Peta Konseptual dan Alur Pembahasan	1238
16.1 Hakikat Larutan	1238
16.1.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep.....	1239
16.1.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat.....	1240
16.1.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan	1241
16.1.4 Model Submikroskopik.....	1242
16.1.5 Bahasa Simbolik dan Matematis	1243
16.1.6 Koordinasi Antarrepresentasi	1244
16.1.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas.....	1245
16.1.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul.....	1246
16.1.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif	1247
16.1.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari.....	1248
16.1.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi	1250
16.1.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran	1251
16.1.13 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka.....	1252
16.1.14 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan.....	1253
16.1.15 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain.....	1254

16.1.16 Analisis Respons dan Peta Bukti.....	1255
16.1.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah	1256
16.1.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk.....	1257
16.1.19 Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif	1258
16.1.20 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut.....	1259
Ringkasan Diagnostik 16.1.....	1260
16.2 Pelarut dan Zat Terlarut	1261
16.2.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep.....	1261
16.2.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat.....	1262
16.2.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan	1263
16.2.4 Model Submikroskopik.....	1264
16.2.5 Bahasa Simbolik dan Matematis	1265
16.2.6 Koordinasi Antarrepresentasi	1266
16.2.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas.....	1267
16.2.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul.....	1269
16.2.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif	1270
16.2.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari.....	1271
16.2.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi	1272
16.2.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran	1273
16.2.13 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka.....	1274
16.2.14 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan.....	1275
16.2.15 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain.....	1276
16.2.16 Analisis Respons dan Peta Bukti.....	1277
16.2.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah	1278
16.2.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk.....	1279
16.2.19 Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif	1281
16.2.20 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut.....	1282
Ringkasan Diagnostik 16.2.....	1283
16.3 Proses Pelarutan.....	1283
16.3.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep.....	1283
16.3.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat.....	1284
16.3.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan	1285
16.3.4 Model Submikroskopik.....	1286

16.3.5 Bahasa Simbolik dan Matematis	1288
16.3.6 Koordinasi Antarrepresentasi	1289
16.3.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas	1290
16.3.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul	1291
16.3.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif	1292
16.3.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari	1293
16.3.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi	1294
16.3.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran	1295
16.3.13 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka	1296
16.3.14 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan	1297
16.3.15 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain	1298
16.3.16 Analisis Respons dan Peta Bukti	1300
16.3.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah	1301
16.3.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk	1302
16.3.19 Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif	1303
16.3.20 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut	1304
Ringkasan Diagnostik 16.3	1305
16.4 Elektrolit dan Nonelektrolit	1305
16.4.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep	1305
16.4.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat	1307
16.4.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan	1308
16.4.4 Model Submikroskopik	1309
16.4.5 Bahasa Simbolik dan Matematis	1310
16.4.6 Koordinasi Antarrepresentasi	1311
16.4.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas	1312
16.4.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul	1313
16.4.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif	1314
16.4.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari	1315
16.4.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi	1316
16.4.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran	1318
16.4.13 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka	1319
16.4.14 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan	1320
16.4.15 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain	1321

16.4.16 Analisis Respons dan Peta Bukti.....	1322
16.4.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah	1323
16.4.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk.....	1324
16.4.19 Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif	1325
16.4.20 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut.....	1326
Ringkasan Diagnostik 16.4.....	1327
16.5 Ionisasi dan Disosiasi	1328
16.5.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep.....	1328
16.5.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat.....	1329
16.5.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan	1330
16.5.4 Model Submikroskopik.....	1331
16.5.5 Bahasa Simbolik dan Matematis	1332
16.5.6 Koordinasi Antarrepresentasi	1333
16.5.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas.....	1334
16.5.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul.....	1336
16.5.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif	1337
16.5.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari.....	1338
16.5.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi	1339
16.5.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran	1340
16.5.13 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka.....	1341
16.5.14 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan.....	1342
16.5.15 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain.....	1343
16.5.16 Analisis Respons dan Peta Bukti.....	1344
16.5.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah	1345
16.5.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk.....	1346
16.5.19 Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif	1348
16.5.20 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut.....	1349
Ringkasan Diagnostik 16.5.....	1350
16.6 Elektrolit Kuat dan Lemah	1350
16.6.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep.....	1350
16.6.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat.....	1351
16.6.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan	1352
16.6.4 Model Submikroskopik.....	1353

16.6.5 Bahasa Simbolik dan Matematis	1355
16.6.6 Koordinasi Antarrepresentasi	1356
16.6.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas	1357
16.6.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul	1358
16.6.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif	1359
16.6.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari	1360
16.6.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi	1361
16.6.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran	1362
16.6.13 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka	1364
16.6.14 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan	1365
16.6.15 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain	1366
16.6.16 Analisis Respons dan Peta Bukti	1367
16.6.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah	1368
16.6.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk	1369
16.6.19 Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif	1370
16.6.20 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut	1371
Ringkasan Diagnostik 16.6	1373
16.7 Teori Asam-Basa Arrhenius	1373
16.7.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep	1373
16.7.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat	1374
16.7.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan	1375
16.7.4 Model Submikroskopik	1376
16.7.5 Bahasa Simbolik dan Matematis	1377
16.7.6 Koordinasi Antarrepresentasi	1379
16.7.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas	1380
16.7.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul	1381
16.7.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif	1382
16.7.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari	1383
16.7.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi	1384
16.7.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran	1385
16.7.13 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka	1386
16.7.14 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan	1388
16.7.15 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain	1389

16.7.16 Analisis Respons dan Peta Bukti.....	1390
16.7.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah	1391
16.7.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk.....	1392
16.7.19 Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif	1393
16.7.20 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut.....	1394
Ringkasan Diagnostik 16.7.....	1395
16.8 Teori Brønsted-Lowry.....	1396
16.8.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep.....	1396
16.8.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat.....	1397
16.8.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan	1398
16.8.4 Model Submikroskopik.....	1399
16.8.5 Bahasa Simbolik dan Matematis	1400
16.8.6 Koordinasi Antarrepresentasi	1401
16.8.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas.....	1402
16.8.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul.....	1403
16.8.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif	1405
16.8.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari.....	1406
16.8.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi	1407
16.8.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran	1408
16.8.13 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka.....	1409
16.8.14 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan.....	1410
16.8.15 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain.....	1411
16.8.16 Analisis Respons dan Peta Bukti.....	1412
16.8.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah	1413
16.8.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk.....	1414
16.8.19 Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif	1415
16.8.20 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut.....	1416
Ringkasan Diagnostik 16.8.....	1418
16.9 Teori Lewis.....	1418
16.9.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep.....	1418
16.9.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat.....	1419
16.9.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan	1420
16.9.4 Model Submikroskopik.....	1421

16.9.5 Bahasa Simbolik dan Matematis	1422
16.9.6 Koordinasi Antarrepresentasi	1423
16.9.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas	1425
16.9.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul	1426
16.9.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif	1427
16.9.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari	1428
16.9.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi	1429
16.9.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran	1430
16.9.13 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka	1431
16.9.14 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan	1432
16.9.15 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain	1433
16.9.16 Analisis Respons dan Peta Bukti	1434
16.9.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah	1435
16.9.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk	1437
16.9.19 Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif	1438
16.9.20 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut	1439
Ringkasan Diagnostik 16.9	1440
16.10 Asam Kuat dan Asam Pekat	1440
16.10.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep	1440
16.10.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat	1441
16.10.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan	1442
16.10.4 Model Submikroskopik	1444
16.10.5 Bahasa Simbolik dan Matematis	1445
16.10.6 Koordinasi Antarrepresentasi	1446
16.10.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas	1447
16.10.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul	1448
16.10.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif	1449
16.10.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari	1450
16.10.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi	1451
16.10.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran	1452
16.10.13 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka	1454
16.10.14 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan	1455
16.10.15 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain	1456

16.10.16 Analisis Respons dan Peta Bukti.....	1457
16.10.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah	1458
16.10.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk.....	1459
16.10.19 Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif	1460
16.10.20 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut.....	1461
Ringkasan Diagnostik 16.10.....	1463
16.11 Basa Kuat dan Basa Pekat	1463
16.11.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep	1463
16.11.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat.....	1464
16.11.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan	1465
16.11.4 Model Submikroskopik.....	1466
16.11.5 Bahasa Simbolik dan Matematis	1467
16.11.6 Koordinasi Antarrepresentasi	1468
16.11.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas.....	1469
16.11.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul.....	1471
16.11.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif	1472
16.11.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari.....	1473
16.11.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi	1474
16.11.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran	1475
16.11.13 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka.....	1476
16.11.14 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan.....	1477
16.11.15 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain.....	1478
16.11.16 Analisis Respons dan Peta Bukti.....	1479
16.11.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah	1480
16.11.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk.....	1481
16.11.19 Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif	1483
16.11.20 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut.....	1484
Ringkasan Diagnostik 16.11.....	1485
16.12 Derajat Ionisasi.....	1485
16.12.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep	1485
16.12.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat.....	1486
16.12.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan	1487
16.12.4 Model Submikroskopik.....	1488

16.12.5 Bahasa Simbolik dan Matematis	1489
16.12.6 Koordinasi Antarrepresentasi	1491
16.12.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas	1492
16.12.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul	1493
16.12.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif	1494
16.12.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari	1495
16.12.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi	1496
16.12.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran	1497
16.12.13 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka	1498
16.12.14 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan	1499
16.12.15 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain	1500
16.12.16 Analisis Respons dan Peta Bukti	1501
16.12.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah	1503
16.12.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk	1504
16.12.19 Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif	1505
16.12.20 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut	1506
Ringkasan Diagnostik 16.12	1507
16.13 Konsep pH dan pOH	1507
16.13.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep	1507
16.13.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat	1508
16.13.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan	1510
16.13.4 Model Submikroskopik	1511
16.13.5 Bahasa Simbolik dan Matematis	1512
16.13.6 Koordinasi Antarrepresentasi	1513
16.13.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas	1514
16.13.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul	1515
16.13.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif	1516
16.13.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari	1517
16.13.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi	1518
16.13.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran	1519
16.13.13 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka	1520
16.13.14 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan	1522
16.13.15 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain	1523

16.13.16 Analisis Respons dan Peta Bukti.....	1524
16.13.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah	1525
16.13.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk.....	1526
16.13.19 Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif	1527
16.13.20 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut.....	1528
Ringkasan Diagnostik 16.13.....	1529
16.14 Skala Logaritmik pH.....	1529
16.14.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep	1530
16.14.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat.....	1531
16.14.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan	1532
16.14.4 Model Submikroskopik.....	1533
16.14.5 Bahasa Simbolik dan Matematis	1534
16.14.6 Koordinasi Antarrepresentasi	1535
16.14.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas.....	1536
16.14.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul.....	1537
16.14.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif	1538
16.14.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari.....	1539
16.14.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi	1540
16.14.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran	1542
16.14.13 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka.....	1543
16.14.14 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan.....	1544
16.14.15 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain.....	1545
16.14.16 Analisis Respons dan Peta Bukti.....	1546
16.14.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah	1547
16.14.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk.....	1548
16.14.19 Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif	1549
16.14.20 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut.....	1550
Ringkasan Diagnostik 16.14.....	1551
16.15 Tetapan Ionisasi Asam dan Basa	1552
16.15.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep	1552
16.15.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat.....	1553
16.15.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan	1554
16.15.4 Model Submikroskopik.....	1555

16.15.5 Bahasa Simbolik dan Matematis	1556
16.15.6 Koordinasi Antarrepresentasi	1557
16.15.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas	1558
16.15.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul	1560
16.15.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif	1561
16.15.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari	1562
16.15.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi	1563
16.15.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran	1564
16.15.13 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka	1565
16.15.14 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan	1566
16.15.15 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain	1567
16.15.16 Analisis Respons dan Peta Bukti	1568
16.15.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah	1569
16.15.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk	1570
16.15.19 Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif	1572
16.15.20 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut	1573
Ringkasan Diagnostik 16.15	1574
16.16 Reaksi Netralisasi	1574
16.16.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep	1574
16.16.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat	1575
16.16.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan	1576
16.16.4 Model Submikroskopik	1577
16.16.5 Bahasa Simbolik dan Matematis	1579
16.16.6 Koordinasi Antarrepresentasi	1580
16.16.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas	1581
16.16.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul	1582
16.16.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif	1583
16.16.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari	1584
16.16.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi	1585
16.16.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran	1586
16.16.13 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka	1587
16.16.14 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan	1588
16.16.15 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain	1589

16.16.16 Analisis Respons dan Peta Bukti.....	1591
16.16.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah	1592
16.16.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk.....	1593
16.16.19 Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif	1594
16.16.20 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut.....	1595
Ringkasan Diagnostik 16.16.....	1596
16.17 Hidrolisis Garam	1596
16.17.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep	1596
16.17.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat.....	1598
16.17.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan	1599
16.17.4 Model Submikroskopik.....	1600
16.17.5 Bahasa Simbolik dan Matematis	1601
16.17.6 Koordinasi Antarrepresentasi	1602
16.17.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas.....	1603
16.17.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul.....	1604
16.17.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif	1605
16.17.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari.....	1606
16.17.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi	1608
16.17.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran	1609
16.17.13 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka.....	1610
16.17.14 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan.....	1611
16.17.15 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain.....	1612
16.17.16 Analisis Respons dan Peta Bukti.....	1613
16.17.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah	1614
16.17.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk.....	1615
16.17.19 Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif	1616
16.17.20 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut.....	1618
Ringkasan Diagnostik 16.17.....	1619
16.18 Larutan Penyangga.....	1619
16.18.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep	1619
16.18.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat.....	1620
16.18.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan	1621
16.18.4 Model Submikroskopik.....	1622

16.18.5 Bahasa Simbolik dan Matematis	1624
16.18.6 Koordinasi Antarrepresentasi	1625
16.18.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas	1626
16.18.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul	1627
16.18.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif	1628
16.18.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari	1629
16.18.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi	1630
16.18.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran	1631
16.18.13 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka	1633
16.18.14 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan	1634
16.18.15 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain	1635
16.18.16 Analisis Respons dan Peta Bukti	1636
16.18.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah	1637
16.18.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk	1638
16.18.19 Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif	1639
16.18.20 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut	1640
Ringkasan Diagnostik 16.18	1642
16.19 Titration Asam-Basa	1642
16.19.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep	1642
16.19.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat	1643
16.19.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan	1644
16.19.4 Model Submikroskopik	1645
16.19.5 Bahasa Simbolik dan Matematis	1646
16.19.6 Koordinasi Antarrepresentasi	1648
16.19.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas	1649
16.19.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul	1650
16.19.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif	1651
16.19.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari	1652
16.19.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi	1653
16.19.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran	1654
16.19.13 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka	1655
16.19.14 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan	1656
16.19.15 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain	1658

16.19.16 Analisis Respons dan Peta Bukti.....	1659
16.19.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah	1660
16.19.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk.....	1661
16.19.19 Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif	1662
16.19.20 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut.....	1663
Ringkasan Diagnostik 16.19.....	1664
16.20 Titik Ekuivalen dan Titik Akhir	1665
16.20.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep	1665
16.20.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat.....	1666
16.20.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan	1667
16.20.4 Model Submikroskopik.....	1668
16.20.5 Bahasa Simbolik dan Matematis	1669
16.20.6 Koordinasi Antarrepresentasi	1670
16.20.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas.....	1671
16.20.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul.....	1672
16.20.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif	1673
16.20.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari.....	1674
16.20.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi	1676
16.20.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran	1677
16.20.13 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka.....	1678
16.20.14 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan.....	1679
16.20.15 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain.....	1680
16.20.16 Analisis Respons dan Peta Bukti.....	1681
16.20.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah	1682
16.20.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk.....	1683
16.20.19 Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif	1684
16.20.20 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut.....	1685
Ringkasan Diagnostik 16.20.....	1686
16.21 Kelarutan dan Hasil Kali Kelarutan	1687
16.21.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep	1687
16.21.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat.....	1688
16.21.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan	1689
16.21.4 Model Submikroskopik.....	1690

16.21.5 Bahasa Simbolik dan Matematis	1691
16.21.6 Koordinasi Antarrepresentasi	1692
16.21.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas	1693
16.21.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul	1695
16.21.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif	1696
16.21.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari	1697
16.21.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi	1698
16.21.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran	1699
16.21.13 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka	1700
16.21.14 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan	1701
16.21.15 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain	1703
16.21.16 Analisis Respons dan Peta Bukti	1704
16.21.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah	1705
16.21.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk	1706
16.21.19 Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif	1707
16.21.20 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut	1708
Ringkasan Diagnostik 16.21	1709
16.22 Efek Ion Senama	1710
16.22.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep	1710
16.22.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat	1711
16.22.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan	1712
16.22.4 Model Submikroskopik	1713
16.22.5 Bahasa Simbolik dan Matematis	1714
16.22.6 Koordinasi Antarrepresentasi	1715
16.22.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas	1716
16.22.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul	1717
16.22.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif	1719
16.22.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari	1720
16.22.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi	1721
16.22.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran	1722
16.22.13 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka	1723
16.22.14 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan	1724
16.22.15 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain	1725

16.22.16 Analisis Respons dan Peta Bukti.....	1726
16.22.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah	1727
16.22.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk.....	1728
16.22.19 Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif	1729
16.22.20 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut.....	1731
Ringkasan Diagnostik 16.22.....	1732
16.23 Strategi Diagnosis dan Remediasi	1732
16.23.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep	1732
16.23.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat.....	1733
16.23.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan	1734
16.23.4 Model Submikroskopik.....	1735
16.23.5 Bahasa Simbolik dan Matematis	1737
16.23.6 Koordinasi Antarrepresentasi	1738
16.23.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas.....	1739
16.23.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul.....	1740
16.23.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif	1741
16.23.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari.....	1742
16.23.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi	1743
16.23.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran	1744
16.23.13 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka.....	1745
16.23.14 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan.....	1746
16.23.15 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain.....	1748
16.23.16 Analisis Respons dan Peta Bukti.....	1749
16.23.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah	1750
16.23.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk.....	1751
16.23.19 Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif	1752
16.23.20 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut.....	1753
Ringkasan Diagnostik 16.23.....	1754
16.24 Sintesis Bab	1754
Daftar Pustaka Bab 16.....	1756
GLOSARIUM.....	1758

BAB 13

MISKONSEPSI TENTANG TERMOKIMIA

Pengantar Bab

Bab ini mengkaji miskonsepsi pada termokimia. Pembahasan menghubungkan fenomena yang dapat diamati, model submikroskopik, bahasa simbolik-matematis, pola penalaran alternatif, sumber pembentukan miskonsepsi, bukti diagnosis, dan rancangan perubahan konseptual. Setiap subbab dikembangkan secara berkesinambungan tanpa pemisahan halaman yang tidak perlu; halaman baru diwajibkan hanya pada pergantian bab. Fokus utama adalah membedakan pengetahuan konseptual dari keberhasilan algoritmik serta memastikan bahwa interpretasi tanda, grafik, persamaan, dan model partikel tetap konsisten.

Bab ini mengkaji miskonsepsi pada termokimia. Pembahasan menghubungkan fenomena yang dapat diamati, model submikroskopik, bahasa simbolik-matematis, pola penalaran alternatif, sumber pembentukan miskonsepsi, bukti diagnosis, dan rancangan perubahan konseptual. Setiap subbab dikembangkan secara berkesinambungan tanpa pemisahan halaman yang tidak perlu; halaman baru diwajibkan hanya pada pergantian bab. Fokus utama adalah membedakan pengetahuan konseptual dari keberhasilan algoritmik serta memastikan bahwa interpretasi tanda, grafik, persamaan, dan model partikel tetap konsisten.

Bab ini mengkaji miskonsepsi pada termokimia. Pembahasan menghubungkan fenomena yang dapat diamati, model submikroskopik, bahasa simbolik-matematis, pola penalaran alternatif, sumber pembentukan miskonsepsi, bukti diagnosis, dan rancangan perubahan konseptual. Setiap subbab dikembangkan secara berkesinambungan tanpa pemisahan halaman yang tidak perlu; halaman baru diwajibkan hanya pada pergantian bab. Fokus utama adalah membedakan pengetahuan konseptual dari keberhasilan algoritmik serta memastikan bahwa interpretasi tanda, grafik, persamaan, dan model partikel tetap konsisten.

Peta Konseptual dan Alur Pembahasan

Alur bab bergerak dari definisi dan prasyarat menuju representasi, miskonsepsi, sumber, diagnosis, remediasi, serta transfer-retensi. Hubungan antarsubbab diperlakukan sebagai jejaring: konsep awal berfungsi sebagai prasyarat bagi konsep berikutnya, sedangkan strategi diagnosis dan remediasi mensintesis seluruh jejaring tersebut.

13.1 Sistem dan Lingkungan

Subbab ini memusatkan perhatian pada sistem dan lingkungan sebagai bagian dari jejaring konsep bab. Tujuannya adalah membangun definisi yang presisi, mengidentifikasi batas penerapan, mengungkap pola miskonsepsi, dan menyediakan perangkat diagnosis serta remediasi yang dapat diterapkan di kelas XI.

13.1.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa sistem dianggap selalu identik dengan wadah fisik, sedangkan lingkungan hanya udara di sekelilingnya. Anggapan tersebut

dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti pelarutan garam, pembakaran, dan kalorimeter dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi q , w , ΔU , ΔH . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi materi, energi, batas sistem, dan hukum kekekalan energi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk sistem dan lingkungan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dari sudut pandang pedagogical content knowledge, sistem dan lingkungan dipahami sebagai pembatasan bagian alam semesta yang dikaji sebagai sistem dan segala sesuatu di luar batas itu sebagai lingkungan. Penjelasan harus dimulai dari definisi yang dapat dioperasionalkan dalam pengamatan, perhitungan, dan komunikasi ilmiah. Batas konsep perlu dinyatakan agar istilah yang berdekatan tidak saling dipertukarkan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa

definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

13.1.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk sistem dan lingkungan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat makroskopik, sistem dan lingkungan dipahami sebagai pembatasan bagian alam semesta yang dikaji sebagai sistem dan segala sesuatu di luar batas itu sebagai lingkungan. Konsep ini berada dalam jejaring pengetahuan, bukan unit hafalan yang berdiri sendiri. Prasyarat yang rapuh akan membuat peserta didik menggunakan aturan permukaan sebagai pengganti penalaran. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa sistem dianggap selalu identik dengan wadah fisik, sedangkan lingkungan hanya udara di sekelilingnya. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti pelarutan garam, pembakaran, dan kalorimeter dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi q , w , ΔU , ΔH . Hubungan ini tidak bersifat otomatis:

peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi materi, energi, batas sistem, dan hukum kekekalan energi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

13.1.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat submikroskopik, sistem dan lingkungan dipahami sebagai pembatasan bagian alam semesta yang dikaji sebagai sistem dan segala sesuatu di luar batas itu sebagai lingkungan. Fenomena makroskopik berfungsi sebagai sumber bukti, tetapi tidak dengan sendirinya menjelaskan mekanisme. Pengamatan harus dipisahkan dari inferensi agar peserta didik tidak menganggap kesan inderawi sebagai definisi ilmiah. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa sistem dianggap selalu identik dengan wadah fisik, sedangkan lingkungan hanya udara di sekelilingnya. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti pelarutan garam, pembakaran, dan kalorimeter dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi q , w , ΔU , ΔH . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi materi, energi, batas sistem, dan hukum kekekalan energi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh

Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk sistem dan lingkungan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

13.1.4 Model Submikroskopik

Konteks seperti pelarutan garam, pembakaran, dan kalorimeter dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi q , w , ΔU , ΔH . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi materi, energi, batas sistem, dan hukum kekekalan energi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk sistem dan lingkungan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam representasi simbolik, sistem dan lingkungan dipahami sebagai pembatasan bagian alam semesta yang dikaji sebagai sistem dan segala sesuatu di luar batas itu sebagai lingkungan. Model submikroskopik menjelaskan perilaku partikel, interaksi, distribusi, dan perubahan yang tidak tampak langsung. Model harus disebut sebagai representasi dengan asumsi dan keterbatasan, bukan foto literal realitas. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa sistem dianggap selalu identik dengan wadah fisik, sedangkan lingkungan hanya udara di sekelilingnya. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

13.1.5 Bahasa Simbolik dan Matematis

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk sistem dan lingkungan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara diagnostik, sistem dan lingkungan dipahami sebagai pembatasan bagian alam semesta yang dikaji sebagai sistem dan segala sesuatu di luar batas itu sebagai lingkungan. Simbol dan persamaan memadatkan hubungan kuantitatif, tetapi setiap tanda harus dihubungkan dengan makna fisiknya. Manipulasi aljabar tanpa interpretasi satuan, tanda, dan kondisi mudah menghasilkan jawaban benar secara kebetulan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa sistem dianggap selalu identik dengan wadah fisik, sedangkan lingkungan hanya udara di sekelilingnya. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti pelarutan garam, pembakaran, dan kalorimeter dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi q , w , ΔU , ΔH . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi materi, energi, batas sistem, dan hukum kekekalan energi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

13.1.6 Koordinasi Antarrepresentasi

Secara epistemologis, sistem dan lingkungan dipahami sebagai pembatasan bagian alam semesta yang dikaji sebagai sistem dan segala sesuatu di luar batas itu sebagai lingkungan. Pemahaman matang tampak ketika peserta didik dapat berpindah konsisten antara fenomena, partikel, simbol, grafik, dan bahasa verbal. Ketidakselarasan antarrepresentasi merupakan indikator penting adanya pengetahuan yang terfragmentasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa sistem dianggap selalu identik dengan wadah fisik, sedangkan lingkungan hanya udara di sekelilingnya. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti pelarutan garam, pembakaran, dan kalorimeter dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi q , w , ΔU , ΔH . Hubungan ini tidak bersifat otomatis:

peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi materi, energi, batas sistem, dan hukum kekekalan energi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk sistem dan lingkungan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

13.1.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi materi, energi, batas sistem, dan hukum kekekalan energi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk sistem dan lingkungan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam konteks laboratorium, sistem dan lingkungan dipahami sebagai pembatasan bagian alam semesta yang dikaji sebagai sistem dan segala sesuatu di luar batas itu sebagai lingkungan. Contoh positif perlu dipasangkan dengan noncontoh dan kasus batas supaya kategori tidak dibangun dari satu ciri dangkal. Kasus batas menuntut peserta didik menjelaskan alasan, kondisi, dan tingkat idealisasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa sistem dianggap selalu identik dengan wadah fisik, sedangkan lingkungan hanya udara di sekelilingnya. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti pelarutan garam, pembakaran, dan kalorimeter dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi q , w , ΔU , ΔH . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

13.1.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul

Remediasi untuk sistem dan lingkungan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai

bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Ketika peserta didik memecahkan soal, sistem dan lingkungan dipahami sebagai pembatasan bagian alam semesta yang dikaji sebagai sistem dan segala sesuatu di luar batas itu sebagai lingkungan. Miskonsepsi ini biasanya masuk akal dari sudut pengalaman awal sehingga tidak efektif hanya diberi label salah. Guru perlu menemukan aturan intuitif yang digunakan dan menunjukkan di mana aturan itu gagal. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa sistem dianggap selalu identik dengan wadah fisik, sedangkan lingkungan hanya udara di sekelilingnya. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti pelarutan garam, pembakaran, dan kalorimeter dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi q , w , ΔU , ΔH . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi materi, energi, batas sistem, dan hukum kekekalan energi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

13.1.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa sistem dianggap selalu identik dengan wadah fisik, sedangkan lingkungan hanya udara di sekelilingnya. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi,

skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti pelarutan garam, pembakaran, dan kalorimeter dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi q , w , ΔU , ΔH . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi materi, energi, batas sistem, dan hukum kekekalan energi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk sistem dan lingkungan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Untuk mencegah hafalan tanpa makna, sistem dan lingkungan dipahami sebagai pembatasan bagian alam semesta yang dikaji sebagai sistem dan segala sesuatu di luar batas itu sebagai lingkungan. Satu jawaban salah dapat muncul dari beberapa pola penalaran alternatif yang berbeda. Variasi respons perlu dipetakan berdasarkan alasan, representasi, dan tingkat keyakinan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

13.1.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk sistem dan lingkungan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam pembelajaran kimia SMA, sistem dan lingkungan dipahami sebagai pembatasan bagian alam semesta yang dikaji sebagai sistem dan segala sesuatu di luar batas itu sebagai lingkungan. Bahasa sehari-hari sering menggunakan kata yang sama dengan makna berbeda dari terminologi ilmiah. Peralihan register bahasa harus diajarkan eksplisit agar istilah familiar tidak membawa asumsi yang keliru. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa sistem dianggap selalu identik dengan wadah fisik, sedangkan lingkungan hanya udara di sekelilingnya. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti pelarutan garam, pembakaran, dan kalorimeter dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi q , w , ΔU , ΔH . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi materi, energi, batas sistem, dan hukum kekekalan energi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

13.1.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dari sudut pandang pedagogical content knowledge, sistem dan lingkungan dipahami sebagai pembatasan bagian alam semesta yang dikaji sebagai sistem dan segala sesuatu di luar batas itu sebagai lingkungan. Gambar dan analogi dapat membantu sekaligus menyesatkan bila fitur pemetaan dan batasnya tidak dijelaskan. Peserta didik perlu diminta menyebutkan bagian analogi yang sesuai dan yang tidak sesuai. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa sistem dianggap selalu identik dengan wadah fisik, sedangkan lingkungan hanya udara di sekelilingnya. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti pelarutan garam, pembakaran, dan kalorimeter dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi q , w , ΔU , ΔH . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi materi, energi, batas sistem, dan hukum kekekalan energi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk sistem dan lingkungan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

13.1.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran

Konteks seperti pelarutan garam, pembakaran, dan kalorimeter dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi q , w , ΔU , ΔH . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi materi, energi, batas sistem, dan hukum kekekalan energi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk sistem dan lingkungan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai

bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat makroskopik, sistem dan lingkungan dipahami sebagai pembatasan bagian alam semesta yang dikaji sebagai sistem dan segala sesuatu di luar batas itu sebagai lingkungan. Urutan buku teks, penyederhanaan guru, dan latihan algoritmik dapat memperkuat miskonsepsi secara tidak sengaja. Audit representasi dan bahasa pengajaran diperlukan sebelum menyalahkan peserta didik. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa sistem dianggap selalu identik dengan wadah fisik, sedangkan lingkungan hanya udara di sekelilingnya. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

13.1.13 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk sistem dan lingkungan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat submikroskopik, sistem dan lingkungan dipahami sebagai pembatasan bagian alam semesta yang dikaji sebagai sistem dan segala sesuatu di luar batas itu sebagai lingkungan. Pertanyaan terbuka harus memancing prediksi, alasan, bukti, dan penjelasan mekanistik. Respons tertulis sebaiknya ditindaklanjuti dengan pertanyaan klarifikasi singkat. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa sistem dianggap selalu identik dengan wadah fisik, sedangkan lingkungan hanya udara di sekelilingnya. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa

yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti pelarutan garam, pembakaran, dan kalorimeter dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi q , w , ΔU , ΔH . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi materi, energi, batas sistem, dan hukum kekekalan energi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

13.1.14 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan

Dalam representasi simbolik, sistem dan lingkungan dipahami sebagai pembatasan bagian alam semesta yang dikaji sebagai sistem dan segala sesuatu di luar batas itu sebagai lingkungan. Tes bertingkat memisahkan pilihan jawaban, alasan, dan keyakinan sehingga tebakan dapat dibedakan dari pemahaman. Distraktor harus berasal dari pola konsepsi yang benar-benar ditemukan dalam wawancara atau literatur. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa sistem dianggap selalu identik dengan wadah fisik, sedangkan lingkungan hanya udara di sekelilingnya. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti pelarutan garam, pembakaran, dan kalorimeter dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi q , w , ΔU , ΔH . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi materi, energi, batas sistem, dan hukum kekekalan energi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua

atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk sistem dan lingkungan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

13.1.15 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi materi, energi, batas sistem, dan hukum kekekalan energi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya,

jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk sistem dan lingkungan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara diagnostik, sistem dan lingkungan dipahami sebagai pembatasan bagian alam semesta yang dikaji sebagai sistem dan segala sesuatu di luar batas itu sebagai lingkungan. Tugas menggambar dan Predict-Observe-Explain mengungkap hubungan antara model mental dan fenomena. Perbedaan prediksi dan observasi tidak otomatis mengubah konsep tanpa fase penjelasan dan rekonsiliasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa sistem dianggap selalu identik dengan wadah fisik, sedangkan lingkungan hanya udara di sekelilingnya. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti pelarutan garam, pembakaran, dan kalorimeter dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi q , w , ΔU , ΔH . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

13.1.16 Analisis Respons dan Peta Bukti

Remediasi untuk sistem dan lingkungan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara epistemologis, sistem dan lingkungan dipahami sebagai pembatasan bagian alam semesta yang dikaji sebagai sistem dan segala sesuatu di luar batas itu sebagai lingkungan. Analisis respons perlu menggunakan peta bukti, bukan keputusan berdasarkan satu butir. Konsistensi lintas konteks, representasi, dan waktu menentukan kuat-lemahnya klaim diagnostik. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa sistem dianggap selalu identik dengan wadah fisik, sedangkan lingkungan hanya udara di sekelilingnya. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti pelarutan garam, pembakaran, dan kalorimeter dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi q , w , ΔU , ΔH . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi materi, energi, batas sistem, dan hukum kekekalan energi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

13.1.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa sistem dianggap selalu identik dengan wadah fisik, sedangkan lingkungan hanya udara di sekelilingnya. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti pelarutan garam, pembakaran, dan kalorimeter dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi q , w , ΔU , ΔH . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi materi, energi, batas sistem, dan hukum kekekalan energi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk sistem dan lingkungan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam konteks laboratorium, sistem dan lingkungan dipahami sebagai pembatasan bagian alam semesta yang dikaji sebagai sistem dan segala sesuatu di luar batas itu sebagai lingkungan. Konflik kognitif efektif bila anomali dipahami, relevan, dan diikuti model alternatif yang lebih produktif. Kejutan tanpa dukungan dapat membuat peserta didik mengabaikan data atau menghafal pengecualian. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

13.1.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan

tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk sistem dan lingkungan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Ketika peserta didik memecahkan soal, sistem dan lingkungan dipahami sebagai pembatasan bagian alam semesta yang dikaji sebagai sistem dan segala sesuatu di luar batas itu sebagai lingkungan. Representasi majemuk harus dikoordinasikan, bukan sekadar ditampilkan berdampingan. Prompt penghubung perlu menanyakan apa yang tetap, berubah, dan diwakili pada setiap bentuk. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa sistem dianggap selalu identik dengan wadah fisik, sedangkan lingkungan hanya udara di sekelilingnya. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti pelarutan garam, pembakaran, dan kalorimeter dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi q , w , ΔU , ΔH . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi materi, energi, batas sistem, dan hukum kekekalan energi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

13.1.19 *Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif*

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Untuk mencegah hafalan tanpa makna, sistem dan lingkungan dipahami sebagai pembatasan bagian alam semesta yang dikaji sebagai sistem dan segala sesuatu di luar batas itu sebagai lingkungan. Praktikum, simulasi, dan argumentasi memberi ruang untuk menguji klaim dengan data. Kegiatan harus dirancang agar variabel, prediksi, ketidakpastian, dan batas model dibahas secara eksplisit. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa sistem dianggap selalu identik dengan wadah fisik, sedangkan lingkungan hanya udara di sekelilingnya. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti pelarutan garam, pembakaran, dan kalorimeter dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi q , w , ΔU , ΔH . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi materi, energi, batas sistem, dan hukum kekekalan energi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk sistem dan lingkungan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

13.1.20 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut

Konteks seperti pelarutan garam, pembakaran, dan kalorimeter dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi q , w , ΔU , ΔH . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi materi, energi, batas sistem, dan hukum kekekalan energi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk sistem dan lingkungan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam pembelajaran kimia SMA, sistem dan lingkungan dipahami sebagai pembatasan bagian alam semesta yang dikaji sebagai sistem dan segala sesuatu di luar batas itu sebagai lingkungan. Perubahan konseptual dinilai melalui transfer ke masalah baru dan retensi setelah jeda waktu.

Tindak lanjut harus membedakan penguasaan prosedur dari kemampuan menjelaskan dan mengevaluasi bukti. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa sistem dianggap selalu identik dengan wadah fisik, sedangkan lingkungan hanya udara di sekelilingnya. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Ringkasan Diagnostik 13.1

- Konsep sasaran: pembatasan bagian alam semesta yang dikaji sebagai sistem dan segala sesuatu di luar batas itu sebagai lingkungan.
- Miskonsepsi prioritas: sistem dianggap selalu identik dengan wadah fisik, sedangkan lingkungan hanya udara di sekelilingnya.
- Representasi minimum: fenomena pelarutan garam, pembakaran, dan kalorimeter, model partikel, dan simbol q , w , ΔU , ΔH .
- Bukti minimum: satu pertanyaan terbuka, satu butir bertingkat, satu tugas representasi, dan satu konteks transfer.
- Keputusan pedagogis: remediasi didasarkan pada pola alasan dan keyakinan, bukan pada skor tunggal.

13.2 Sistem Terbuka, Tertutup, dan Terisolasi

Subbab ini memusatkan perhatian pada sistem terbuka, tertutup, dan terisolasi sebagai bagian dari jejaring konsep bab. Tujuannya adalah membangun definisi yang presisi, mengidentifikasi batas penerapan, mengungkap pola miskonsepsi, dan menyediakan perangkat diagnosis serta remediasi yang dapat diterapkan di kelas XI.

13.2.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep

Konteks seperti termos, panci tertutup, dan gelas terbuka dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi aliran massa, q , w . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi sistem-lingkungan dan bentuk perpindahan energi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk sistem terbuka, tertutup, dan terisolasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat makroskopik, sistem terbuka, tertutup, dan terisolasi dipahami sebagai klasifikasi sistem berdasarkan kemungkinan pertukaran materi dan energi melewati batas. Penjelasan harus dimulai dari definisi yang dapat dioperasionalkan dalam pengamatan, perhitungan, dan komunikasi ilmiah. Batas konsep perlu dinyatakan agar istilah yang berdekatan tidak saling dipertukarkan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa sistem tertutup dianggap tidak dapat bertukar energi dan sistem terisolasi dianggap sama dengan sistem adiabatik sempurna dalam praktik. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

13.2.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk sistem terbuka, tertutup, dan terisolasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat submikroskopik, sistem terbuka, tertutup, dan terisolasi dipahami sebagai klasifikasi sistem berdasarkan kemungkinan pertukaran materi dan energi melewati batas. Konsep ini berada dalam jejaring pengetahuan, bukan unit hafalan yang berdiri sendiri. Prasyarat yang rapuh akan membuat peserta didik menggunakan aturan permukaan sebagai pengganti penalaran. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa sistem tertutup dianggap tidak dapat bertukar energi dan sistem terisolasi dianggap sama dengan sistem adiabatik sempurna dalam praktik. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti termos, panci tertutup, dan gelas terbuka dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi aliran massa, q , w . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi sistem-lingkungan dan bentuk perpindahan energi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

13.2.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan

Dalam representasi simbolik, sistem terbuka, tertutup, dan terisolasi dipahami sebagai klasifikasi sistem berdasarkan kemungkinan pertukaran materi dan energi melewati batas. Fenomena makroskopik berfungsi sebagai sumber bukti, tetapi tidak dengan sendirinya menjelaskan mekanisme. Pengamatan harus dipisahkan dari inferensi agar peserta didik tidak menganggap kesan inderawi sebagai definisi ilmiah. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa sistem tertutup dianggap tidak dapat bertukar energi dan sistem terisolasi dianggap sama dengan sistem adiabatik sempurna dalam praktik. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti termos, panci tertutup, dan gelas terbuka dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi aliran massa, q , w . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi sistem-lingkungan dan bentuk perpindahan energi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk sistem terbuka, tertutup, dan terisolasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

13.2.4 Model Submikroskopik

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi sistem-lingkungan dan bentuk perpindahan energi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk sistem terbuka, tertutup, dan terisolasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara diagnostik, sistem terbuka, tertutup, dan terisolasi dipahami sebagai klasifikasi sistem berdasarkan kemungkinan pertukaran materi dan energi melewati batas. Model submikroskopik menjelaskan perilaku partikel, interaksi, distribusi, dan perubahan yang tidak tampak langsung. Model harus disebut sebagai representasi dengan asumsi dan keterbatasan, bukan foto literal realitas. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa sistem tertutup dianggap tidak dapat bertukar energi dan sistem terisolasi dianggap sama dengan sistem adiabatik sempurna dalam praktik. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap

soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti termos, panci tertutup, dan gelas terbuka dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi aliran massa, q , w . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

13.2.5 Bahasa Simbolik dan Matematis

Remediasi untuk sistem terbuka, tertutup, dan terisolasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara epistemologis, sistem terbuka, tertutup, dan terisolasi dipahami sebagai klasifikasi sistem berdasarkan kemungkinan pertukaran materi dan energi melewati batas. Simbol dan persamaan memadatkan hubungan kuantitatif, tetapi setiap tanda harus dihubungkan dengan makna fisiknya. Manipulasi aljabar tanpa interpretasi satuan, tanda, dan kondisi mudah menghasilkan jawaban benar secara kebetulan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa sistem tertutup dianggap tidak dapat bertukar energi dan sistem terisolasi dianggap sama dengan sistem adiabatik sempurna dalam praktik. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti termos, panci tertutup, dan gelas terbuka dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi aliran massa, q , w . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi sistem-lingkungan dan bentuk perpindahan energi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil,

remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

13.2.6 Koordinasi Antarrepresentasi

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa sistem tertutup dianggap tidak dapat bertukar energi dan sistem terisolasi dianggap sama dengan sistem adiabatik sempurna dalam praktik. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti termos, panci tertutup, dan gelas terbuka dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi aliran massa, q , w . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi sistem-lingkungan dan bentuk perpindahan energi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya,

jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk sistem terbuka, tertutup, dan terisolasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam konteks laboratorium, sistem terbuka, tertutup, dan terisolasi dipahami sebagai klasifikasi sistem berdasarkan kemungkinan pertukaran materi dan energi melewati batas. Pemahaman matang tampak ketika peserta didik dapat berpindah konsisten antara fenomena, partikel, simbol, grafik, dan bahasa verbal. Ketidakselarasan antarrepresentasi merupakan indikator penting adanya pengetahuan yang terfragmentasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

13.2.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk sistem terbuka, tertutup, dan terisolasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Ketika peserta didik memecahkan soal, sistem terbuka, tertutup, dan terisolasi dipahami sebagai klasifikasi sistem berdasarkan kemungkinan pertukaran materi dan energi melewati batas. Contoh positif perlu dipasangkan dengan noncontoh dan kasus batas supaya kategori tidak dibangun dari satu ciri dangkal. Kasus batas menuntut peserta didik menjelaskan alasan, kondisi, dan tingkat idealisasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa sistem tertutup dianggap tidak dapat bertukar energi dan sistem terisolasi dianggap sama dengan sistem adiabatik sempurna dalam praktik. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti termos, panci tertutup, dan gelas terbuka dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi aliran massa, q , w . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi sistem-lingkungan dan bentuk perpindahan energi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

13.2.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Untuk mencegah hafalan tanpa makna, sistem terbuka, tertutup, dan terisolasi dipahami sebagai klasifikasi sistem berdasarkan kemungkinan pertukaran materi dan energi melewati batas. Miskonsepsi inti biasanya masuk akal dari sudut pengalaman awal sehingga tidak efektif hanya diberi label salah. Guru perlu menemukan aturan intuitif yang digunakan dan menunjukkan di mana aturan itu gagal. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa sistem tertutup dianggap tidak dapat bertukar energi dan sistem terisolasi dianggap sama dengan sistem adiabatik sempurna dalam praktik. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti termos, panci tertutup, dan gelas terbuka dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi aliran massa, q , w . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi sistem-lingkungan dan bentuk perpindahan energi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk sistem terbuka, tertutup, dan terisolasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

13.2.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif

Konteks seperti termos, panci tertutup, dan gelas terbuka dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi aliran massa, q , w . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi sistem-lingkungan dan bentuk perpindahan energi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan

tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk sistem terbuka, tertutup, dan terisolasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam pembelajaran kimia SMA, sistem terbuka, tertutup, dan terisolasi dipahami sebagai klasifikasi sistem berdasarkan kemungkinan pertukaran materi dan energi melewati batas. Satu jawaban salah dapat muncul dari beberapa pola penalaran alternatif yang berbeda. Variasi respons perlu dipetakan berdasarkan alasan, representasi, dan tingkat keyakinan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa sistem tertutup dianggap tidak dapat bertukar energi dan sistem terisolasi dianggap sama dengan sistem adiabatik sempurna dalam praktik. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

13.2.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk sistem terbuka, tertutup, dan terisolasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi

harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dari sudut pandang pedagogical content knowledge, sistem terbuka, tertutup, dan terisolasi dipahami sebagai klasifikasi sistem berdasarkan kemungkinan pertukaran materi dan energi melewati batas. Bahasa sehari-hari sering menggunakan kata yang sama dengan makna berbeda dari terminologi ilmiah. Peralihan register bahasa harus diajarkan eksplisit agar istilah familiar tidak membawa asumsi yang keliru. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa sistem tertutup dianggap tidak dapat bertukar energi dan sistem terisolasi dianggap sama dengan sistem adiabatik sempurna dalam praktik. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti termos, panci tertutup, dan gelas terbuka dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi aliran massa, q , w . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi sistem-lingkungan dan bentuk perpindahan energi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

13.2.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi

Pada tingkat makroskopik, sistem terbuka, tertutup, dan terisolasi dipahami sebagai klasifikasi sistem berdasarkan kemungkinan pertukaran materi dan energi melewati batas. Gambar dan analogi dapat membantu sekaligus menyedatkan bila fitur pemetaan dan batasnya tidak

dijelaskan. Peserta didik perlu diminta menyebutkan bagian analogi yang sesuai dan yang tidak sesuai. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa sistem tertutup dianggap tidak dapat bertukar energi dan sistem terisolasi dianggap sama dengan sistem adiabatik sempurna dalam praktik. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti termos, panci tertutup, dan gelas terbuka dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi aliran massa, q , w . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi sistem-lingkungan dan bentuk perpindahan energi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk sistem terbuka, tertutup, dan terisolasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

13.2.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi sistem-lingkungan dan bentuk perpindahan energi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk sistem terbuka, tertutup, dan terisolasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat submikroskopik, sistem terbuka, tertutup, dan terisolasi dipahami sebagai klasifikasi sistem berdasarkan kemungkinan pertukaran materi dan energi melewati batas. Urutan buku teks, penyederhanaan guru, dan latihan algoritmik dapat memperkuat miskonsepsi secara tidak sengaja. Audit representasi dan bahasa pengajaran diperlukan sebelum menyalahkan peserta didik. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa sistem tertutup dianggap tidak dapat bertukar energi dan sistem terisolasi dianggap sama dengan sistem adiabatik sempurna dalam praktik. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti termos, panci tertutup, dan gelas terbuka dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi aliran massa, q , w . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

13.2.13 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka

Remediasi untuk sistem terbuka, tertutup, dan terisolasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam representasi simbolik, sistem terbuka, tertutup, dan terisolasi dipahami sebagai klasifikasi sistem berdasarkan kemungkinan pertukaran materi dan energi melewati batas. Pertanyaan terbuka harus memancing prediksi, alasan, bukti, dan penjelasan mekanistik. Respons tertulis sebaiknya ditindaklanjuti dengan pertanyaan klarifikasi singkat. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa sistem tertutup dianggap tidak dapat bertukar energi dan sistem terisolasi dianggap sama dengan sistem adiabatik sempurna dalam praktik. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti termos, panci tertutup, dan gelas terbuka dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi aliran massa, q , w . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi sistem-lingkungan dan bentuk perpindahan energi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan

tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

13.2.14 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa sistem tertutup dianggap tidak dapat bertukar energi dan sistem terisolasi dianggap sama dengan sistem adiabatik sempurna dalam praktik. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti termos, panci tertutup, dan gelas terbuka dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi aliran massa, q , w . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi sistem-lingkungan dan bentuk perpindahan energi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk sistem terbuka, tertutup, dan terisolasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian,

dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara diagnostik, sistem terbuka, tertutup, dan terisolasi dipahami sebagai klasifikasi sistem berdasarkan kemungkinan pertukaran materi dan energi melewati batas. Tes bertingkat memisahkan pilihan jawaban, alasan, dan keyakinan sehingga tebakan dapat dibedakan dari pemahaman. Distraktor harus berasal dari pola konsepsi yang benar-benar ditemukan dalam wawancara atau literatur. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

13.2.15 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk sistem terbuka, tertutup, dan terisolasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara epistemologis, sistem terbuka, tertutup, dan terisolasi dipahami sebagai klasifikasi sistem berdasarkan kemungkinan pertukaran materi dan energi melewati batas. Tugas menggambar dan Predict-Observe-Explain mengungkap hubungan antara model mental dan fenomena. Perbedaan prediksi dan observasi tidak otomatis mengubah konsep tanpa fase

penjelasan dan rekonsiliasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa sistem tertutup dianggap tidak dapat bertukar energi dan sistem terisolasi dianggap sama dengan sistem adiabatik sempurna dalam praktik. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti termos, panci tertutup, dan gelas terbuka dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi aliran massa, q , w . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi sistem-lingkungan dan bentuk perpindahan energi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

13.2.16 Analisis Respons dan Peta Bukti

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam konteks laboratorium, sistem terbuka, tertutup, dan terisolasi dipahami sebagai klasifikasi sistem berdasarkan kemungkinan pertukaran materi dan energi melewati batas. Analisis respons perlu menggunakan peta bukti, bukan keputusan berdasarkan satu butir. Konsistensi lintas konteks, representasi, dan waktu menentukan kuat-lemahnya klaim diagnostik. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa sistem tertutup dianggap tidak dapat bertukar energi dan sistem terisolasi dianggap sama dengan sistem adiabatik sempurna dalam praktik. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti termos, panci tertutup, dan gelas terbuka dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi aliran massa, q , w . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik

perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi sistem-lingkungan dan bentuk perpindahan energi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk sistem terbuka, tertutup, dan terisolasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

13.2.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah

Konteks seperti termos, panci tertutup, dan gelas terbuka dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi aliran massa, q , w . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi sistem-lingkungan dan bentuk perpindahan energi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh

Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk sistem terbuka, tertutup, dan terisolasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Ketika peserta didik memecahkan soal, sistem terbuka, tertutup, dan terisolasi dipahami sebagai klasifikasi sistem berdasarkan kemungkinan pertukaran materi dan energi melewati batas. Konflik kognitif efektif bila anomali dipahami, relevan, dan diikuti model alternatif yang lebih produktif. Kejutan tanpa dukungan dapat membuat peserta didik mengabaikan data atau menghafal pengecualian. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa sistem tertutup dianggap tidak dapat bertukar energi dan sistem terisolasi dianggap sama dengan sistem adiabatik sempurna dalam praktik. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

13.2.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk sistem terbuka, tertutup, dan terisolasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Untuk mencegah hafalan tanpa makna, sistem terbuka, tertutup, dan terisolasi dipahami sebagai klasifikasi sistem berdasarkan kemungkinan pertukaran materi dan energi melewati batas. Representasi majemuk harus dikoordinasikan, bukan sekadar ditampilkan berdampingan. Prompt penghubung perlu menanyakan apa yang tetap, berubah, dan diwakili pada setiap bentuk. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa sistem tertutup dianggap tidak dapat bertukar energi dan sistem terisolasi dianggap sama dengan sistem adiabatik sempurna dalam praktik. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti termos, panci tertutup, dan gelas terbuka dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi aliran massa, q , w . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi sistem-lingkungan dan bentuk perpindahan energi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

13.2.19 Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif

Dalam pembelajaran kimia SMA, sistem terbuka, tertutup, dan terisolasi dipahami sebagai klasifikasi sistem berdasarkan kemungkinan pertukaran materi dan energi melewati batas. Praktikum, simulasi, dan argumentasi memberi ruang untuk menguji klaim dengan data. Kegiatan harus dirancang agar variabel, prediksi, ketidakpastian, dan batas model dibahas secara eksplisit. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa sistem tertutup dianggap tidak dapat bertukar energi dan sistem terisolasi dianggap sama dengan sistem adiabatik sempurna dalam praktik. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti termos, panci tertutup, dan gelas terbuka dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi aliran massa, q , w . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi sistem-lingkungan dan bentuk perpindahan energi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk sistem terbuka, tertutup, dan terisolasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

13.2.20 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi sistem-lingkungan dan bentuk perpindahan energi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga

pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk sistem terbuka, tertutup, dan terisolasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dari sudut pandang pedagogical content knowledge, sistem terbuka, tertutup, dan terisolasi dipahami sebagai klasifikasi sistem berdasarkan kemungkinan pertukaran materi dan energi melewati batas. Perubahan konseptual dinilai melalui transfer ke masalah baru dan retensi setelah jeda waktu. Tindak lanjut harus membedakan penguasaan prosedur dari kemampuan menjelaskan dan mengevaluasi bukti. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa sistem tertutup dianggap tidak dapat bertukar energi dan sistem terisolasi dianggap sama dengan sistem adiabatik sempurna dalam praktik. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti termos, panci tertutup, dan gelas terbuka dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi aliran massa, q , w . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Ringkasan Diagnostik 13.2

- Konsep sasaran: klasifikasi sistem berdasarkan kemungkinan pertukaran materi dan energi melewati batas.
- Miskonsepsi prioritas: sistem tertutup dianggap tidak dapat bertukar energi dan sistem terisolasi dianggap sama dengan sistem adiabatik sempurna dalam praktik.
- Representasi minimum: fenomena termos, panci tertutup, dan gelas terbuka, model partikel, dan simbol aliran massa, q , w .
- Bukti minimum: satu pertanyaan terbuka, satu butir bertingkat, satu tugas representasi, dan satu konteks transfer.
- Keputusan pedagogis: remediasi didasarkan pada pola alasan dan keyakinan, bukan pada skor tunggal.

13.3 Kalor, Suhu, dan Energi

Subbab ini memusatkan perhatian pada kalor, suhu, dan energi sebagai bagian dari jejaring konsep bab. Tujuannya adalah membangun definisi yang presisi, mengidentifikasi batas penerapan, mengungkap pola miskonsepsi, dan menyediakan perangkat diagnosis serta remediasi yang dapat diterapkan di kelas XI.

13.3.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi model partikel, gerak termal, dan keseimbangan termal. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk kalor, suhu, dan energi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus

menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat submikroskopik, kalor, suhu, dan energi dipahami sebagai pembedaan kalor sebagai energi dalam transit, suhu sebagai ukuran keadaan termal, dan energi sebagai fungsi keadaan atau kapasitas melakukan perubahan. Penjelasan harus dimulai dari definisi yang dapat dioperasionalkan dalam pengamatan, perhitungan, dan komunikasi ilmiah. Batas konsep perlu dinyatakan agar istilah yang berdekatan tidak saling dipertukarkan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa kalor dianggap zat yang tersimpan dan suhu disamakan dengan jumlah kalor. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti pencampuran air panas-dingin dan pemanasan dua benda berbeda massa dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $q=mc\Delta T$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

13.3.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat

Remediasi untuk kalor, suhu, dan energi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam representasi simbolik, kalor, suhu, dan energi dipahami sebagai pembedaan kalor sebagai energi dalam transit, suhu sebagai ukuran keadaan termal, dan energi sebagai fungsi keadaan atau kapasitas melakukan perubahan. Konsep ini berada dalam jejaring pengetahuan, bukan unit hafalan yang berdiri sendiri. Prasyarat yang rapuh akan membuat peserta didik menggunakan aturan permukaan sebagai pengganti penalaran. Pembahasan harus terus

menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa kalor dianggap zat yang tersimpan dan suhu disamakan dengan jumlah kalor. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti pencampuran air panas-dingin dan pemanasan dua benda berbeda massa dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $q=mc\Delta T$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi model partikel, gerak termal, dan keseimbangan termal. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

13.3.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa kalor dianggap zat yang tersimpan dan suhu disamakan dengan jumlah kalor. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti pencampuran air panas-dingin dan pemanasan dua benda berbeda massa dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $q=mc\Delta T$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi model partikel, gerak termal, dan keseimbangan termal. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk kalor, suhu, dan energi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara diagnostik, kalor, suhu, dan energi dipahami sebagai perbedaan kalor sebagai energi dalam transit, suhu sebagai ukuran keadaan termal, dan energi sebagai fungsi keadaan atau kapasitas melakukan perubahan. Fenomena makroskopik berfungsi sebagai sumber bukti, tetapi tidak dengan sendirinya menjelaskan mekanisme. Pengamatan harus dipisahkan dari inferensi agar peserta didik tidak menganggap kesan inderawi sebagai definisi ilmiah. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

13.3.4 Model Submikroskopik

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk kalor, suhu, dan energi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara epistemologis, kalor, suhu, dan energi dipahami sebagai pembedaan kalor sebagai energi dalam transit, suhu sebagai ukuran keadaan termal, dan energi sebagai fungsi keadaan atau kapasitas melakukan perubahan. Model submikroskopik menjelaskan perilaku partikel, interaksi, distribusi, dan perubahan yang tidak tampak langsung. Model harus disebut sebagai representasi dengan asumsi dan keterbatasan, bukan foto literal realitas. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa kalor dianggap zat yang tersimpan dan suhu disamakan dengan jumlah kalor. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti pencampuran air panas-dingin dan pemanasan dua benda berbeda massa dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $q=mc\Delta T$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi model partikel, gerak termal, dan keseimbangan termal. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

13.3.5 Bahasa Simbolik dan Matematis

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai

bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam konteks laboratorium, kalor, suhu, dan energi dipahami sebagai perbedaan kalor sebagai energi dalam transit, suhu sebagai ukuran keadaan termal, dan energi sebagai fungsi keadaan atau kapasitas melakukan perubahan. Simbol dan persamaan memadatkan hubungan kuantitatif, tetapi setiap tanda harus dihubungkan dengan makna fisisnya. Manipulasi aljabar tanpa interpretasi satuan, tanda, dan kondisi mudah menghasilkan jawaban benar secara kebetulan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa kalor dianggap zat yang tersimpan dan suhu disamakan dengan jumlah kalor. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti pencampuran air panas-dingin dan pemanasan dua benda berbeda massa dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $q=mc\Delta T$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi model partikel, gerak termal, dan keseimbangan termal. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk kalor, suhu, dan energi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

13.3.6 Koordinasi Antarrepresentasi

Konteks seperti pencampuran air panas-dingin dan pemanasan dua benda berbeda massa dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $q=mc\Delta T$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi model partikel, gerak termal, dan keseimbangan termal. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk kalor, suhu, dan energi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Ketika peserta didik memecahkan soal, kalor, suhu, dan energi dipahami sebagai pembedaan kalor sebagai energi dalam transit, suhu sebagai ukuran keadaan termal, dan energi sebagai fungsi keadaan atau kapasitas melakukan perubahan. Pemahaman matang tampak ketika peserta didik dapat berpindah konsisten antara fenomena, partikel, simbol, grafik, dan bahasa verbal. Ketidakselarasan antarrepresentasi merupakan indikator penting adanya pengetahuan yang terfragmentasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa kalor dianggap zat yang tersimpan dan suhu disamakan dengan jumlah kalor. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

13.3.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk kalor, suhu, dan energi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Untuk mencegah hafalan tanpa makna, kalor, suhu, dan energi dipahami sebagai pembedaan kalor sebagai energi dalam transit, suhu sebagai ukuran keadaan termal, dan energi sebagai fungsi keadaan atau kapasitas melakukan perubahan. Contoh positif perlu dipasangkan dengan noncontoh dan kasus batas supaya kategori tidak dibangun dari satu ciri dangkal. Kasus batas menuntut peserta didik menjelaskan alasan, kondisi, dan tingkat idealisasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa kalor dianggap zat yang tersimpan dan suhu disamakan dengan jumlah kalor. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti pencampuran air panas-dingin dan pemanasan dua benda berbeda massa dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $q=mc\Delta T$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi model partikel, gerak termal, dan keseimbangan termal. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau

tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

13.3.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul

Dalam pembelajaran kimia SMA, kalor, suhu, dan energi dipahami sebagai perbedaan kalor sebagai energi dalam transit, suhu sebagai ukuran keadaan termal, dan energi sebagai fungsi keadaan atau kapasitas melakukan perubahan. Miskonsepsi inti biasanya masuk akal dari sudut pengalaman awal sehingga tidak efektif hanya diberi label salah. Guru perlu menemukan aturan intuitif yang digunakan dan menunjukkan di mana aturan itu gagal. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa kalor dianggap zat yang tersimpan dan suhu disamakan dengan jumlah kalor. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti pencampuran air panas-dingin dan pemanasan dua benda berbeda massa dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $q=mc\Delta T$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi model partikel, gerak termal, dan keseimbangan termal. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk kalor, suhu, dan energi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

13.3.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi model partikel, gerak termal, dan keseimbangan termal. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk kalor, suhu, dan energi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai

bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dari sudut pandang pedagogical content knowledge, kalor, suhu, dan energi dipahami sebagai perbedaan kalor sebagai energi dalam transit, suhu sebagai ukuran keadaan termal, dan energi sebagai fungsi keadaan atau kapasitas melakukan perubahan. Satu jawaban salah dapat muncul dari beberapa pola penalaran alternatif yang berbeda. Variasi respons perlu dipetakan berdasarkan alasan, representasi, dan tingkat keyakinan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa kalor dianggap zat yang tersimpan dan suhu disamakan dengan jumlah kalor. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti pencampuran air panas-dingin dan pemanasan dua benda berbeda massa dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $q=mc\Delta T$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

13.3.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari

Remediasi untuk kalor, suhu, dan energi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat makroskopik, kalor, suhu, dan energi dipahami sebagai perbedaan kalor sebagai energi dalam transit, suhu sebagai ukuran keadaan termal, dan energi sebagai fungsi keadaan atau kapasitas melakukan perubahan. Bahasa sehari-hari sering menggunakan kata yang sama dengan makna berbeda dari terminologi ilmiah. Peralihan register bahasa harus diajarkan eksplisit agar istilah familiar tidak membawa asumsi yang keliru. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa kalor dianggap zat yang tersimpan dan suhu disamakan dengan jumlah kalor. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau

bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti pencampuran air panas-dingin dan pemanasan dua benda berbeda massa dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $q=mc\Delta T$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi model partikel, gerak termal, dan keseimbangan termal. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

13.3.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa kalor dianggap zat yang tersimpan dan suhu disamakan dengan jumlah kalor. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti pencampuran air panas-dingin dan pemanasan dua benda berbeda massa dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $q=mc\Delta T$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi model partikel, gerak termal, dan keseimbangan termal. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk kalor, suhu, dan energi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat submikroskopik, kalor, suhu, dan energi dipahami sebagai pembedaan kalor sebagai energi dalam transit, suhu sebagai ukuran keadaan termal, dan energi sebagai fungsi keadaan atau kapasitas melakukan perubahan. Gambar dan analogi dapat membantu sekaligus menyesatkan bila fitur pemetaan dan batasnya tidak dijelaskan. Peserta didik perlu diminta menyebut bagian analogi yang sesuai dan yang tidak sesuai. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

13.3.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk kalor, suhu, dan energi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam representasi simbolik, kalor, suhu, dan energi dipahami sebagai pembedaan kalor sebagai energi dalam transit, suhu sebagai ukuran keadaan termal, dan energi sebagai fungsi keadaan atau kapasitas melakukan perubahan. Urutan buku teks, penyederhanaan guru, dan latihan algoritmik dapat memperkuat miskonsepsi secara tidak sengaja. Audit representasi dan bahasa pengajaran diperlukan sebelum menyalahkan peserta didik. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa kalor dianggap zat yang tersimpan dan suhu disamakan dengan jumlah kalor. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti pencampuran air panas-dingin dan pemanasan dua benda berbeda massa dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $q=mc\Delta T$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi model partikel, gerak termal, dan keseimbangan termal. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

13.3.13 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara diagnostik, kalor, suhu, dan energi dipahami sebagai pembedaan kalor sebagai energi dalam transit, suhu sebagai ukuran keadaan termal, dan energi sebagai fungsi keadaan atau kapasitas melakukan perubahan. Pertanyaan terbuka harus memancing prediksi, alasan, bukti,

dan penjelasan mekanistik. Respons tertulis sebaiknya ditindaklanjuti dengan pertanyaan klarifikasi singkat. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa kalor dianggap zat yang tersimpan dan suhu disamakan dengan jumlah kalor. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti pencampuran air panas-dingin dan pemanasan dua benda berbeda massa dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $q=mc\Delta T$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi model partikel, gerak termal, dan keseimbangan termal. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk kalor, suhu, dan energi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

13.3.14 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan

Konteks seperti pencampuran air panas-dingin dan pemanasan dua benda berbeda massa dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $q=mc\Delta T$. Hubungan ini tidak

bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi model partikel, gerak termal, dan keseimbangan termal. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk kalor, suhu, dan energi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara epistemologis, kalor, suhu, dan energi dipahami sebagai pembedaan kalor sebagai energi dalam transit, suhu sebagai ukuran keadaan termal, dan energi sebagai fungsi keadaan atau kapasitas melakukan perubahan. Tes bertingkat memisahkan pilihan jawaban, alasan, dan keyakinan sehingga tebakan dapat dibedakan dari pemahaman. Distraktor harus berasal dari pola konsepsi yang benar-benar ditemukan dalam wawancara atau literatur. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa kalor dianggap zat yang tersimpan dan suhu disamakan dengan jumlah kalor. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

13.3.15 *Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain*

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk kalor, suhu, dan energi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam konteks laboratorium, kalor, suhu, dan energi dipahami sebagai pembedaan kalor sebagai energi dalam transit, suhu sebagai ukuran keadaan termal, dan energi sebagai fungsi keadaan atau kapasitas melakukan perubahan. Tugas menggambar dan Predict-Observe-Explain mengungkap hubungan antara model mental dan fenomena. Perbedaan prediksi dan observasi tidak otomatis mengubah konsep tanpa fase penjelasan dan rekonsiliasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa kalor dianggap zat yang tersimpan dan suhu disamakan dengan jumlah kalor. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti pencampuran air panas-dingin dan pemanasan dua benda berbeda massa dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $q=mc\Delta T$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi model partikel, gerak termal, dan keseimbangan termal. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan

tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

13.3.16 Analisis Respons dan Peta Bukti

Ketika peserta didik memecahkan soal, kalor, suhu, dan energi dipahami sebagai perbedaan kalor sebagai energi dalam transit, suhu sebagai ukuran keadaan termal, dan energi sebagai fungsi keadaan atau kapasitas melakukan perubahan. Analisis respons perlu menggunakan peta bukti, bukan keputusan berdasarkan satu butir. Konsistensi lintas konteks, representasi, dan waktu menentukan kuat-lemahnya klaim diagnostik. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa kalor dianggap zat yang tersimpan dan suhu disamakan dengan jumlah kalor. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti pencampuran air panas-dingin dan pemanasan dua benda berbeda massa dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $q=mc\Delta T$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi model partikel, gerak termal, dan keseimbangan termal. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk kalor, suhu, dan energi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

13.3.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi model partikel, gerak termal, dan keseimbangan termal. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk kalor, suhu, dan energi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Untuk mencegah hafalan tanpa makna, kalor, suhu, dan energi dipahami sebagai pembedaan kalor sebagai energi dalam transit, suhu sebagai ukuran keadaan termal, dan energi sebagai fungsi keadaan atau kapasitas melakukan perubahan. Konflik kognitif efektif bila anomali dipahami, relevan, dan diikuti model alternatif yang lebih produktif. Kejutan tanpa dukungan

dapat membuat peserta didik mengabaikan data atau menghafal pengecualian. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa kalor dianggap zat yang tersimpan dan suhu disamakan dengan jumlah kalor. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti pencampuran air panas-dingin dan pemanasan dua benda berbeda massa dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $q=mc\Delta T$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

13.3.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk

Remediasi untuk kalor, suhu, dan energi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam pembelajaran kimia SMA, kalor, suhu, dan energi dipahami sebagai pembedaan kalor sebagai energi dalam transit, suhu sebagai ukuran keadaan termal, dan energi sebagai fungsi keadaan atau kapasitas melakukan perubahan. Representasi majemuk harus dikoordinasikan, bukan sekadar ditampilkan berdampingan. Prompt penghubung perlu menanyakan apa yang tetap, berubah, dan diwakili pada setiap bentuk. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa kalor dianggap zat yang tersimpan dan suhu disamakan dengan jumlah kalor. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti pencampuran air panas-dingin dan pemanasan dua benda berbeda massa dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $q=mc\Delta T$. Hubungan ini tidak

bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi model partikel, gerak termal, dan keseimbangan termal. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

13.3.19 Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa kalor dianggap zat yang tersimpan dan suhu disamakan dengan jumlah kalor. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti pencampuran air panas-dingin dan pemanasan dua benda berbeda massa dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $q=mc\Delta T$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi model partikel, gerak termal, dan keseimbangan termal. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh

Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk kalor, suhu, dan energi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dari sudut pandang pedagogical content knowledge, kalor, suhu, dan energi dipahami sebagai perbedaan kalor sebagai energi dalam transit, suhu sebagai ukuran keadaan termal, dan energi sebagai fungsi keadaan atau kapasitas melakukan perubahan. Praktikum, simulasi, dan argumentasi memberi ruang untuk menguji klaim dengan data. Kegiatan harus dirancang agar variabel, prediksi, ketidakpastian, dan batas model dibahas secara eksplisit. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

13.3.20 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk kalor, suhu, dan energi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus

menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat makroskopik, kalor, suhu, dan energi dipahami sebagai perbedaan kalor sebagai energi dalam transit, suhu sebagai ukuran keadaan termal, dan energi sebagai fungsi keadaan atau kapasitas melakukan perubahan. Perubahan konseptual dinilai melalui transfer ke masalah baru dan retensi setelah jeda waktu. Tindak lanjut harus membedakan penguasaan prosedur dari kemampuan menjelaskan dan mengevaluasi bukti. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa kalor dianggap zat yang tersimpan dan suhu disamakan dengan jumlah kalor. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti pencampuran air panas-dingin dan pemanasan dua benda berbeda massa dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $q=mc\Delta T$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi model partikel, gerak termal, dan keseimbangan termal. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Ringkasan Diagnostik 13.3

- Konsep sasaran: perbedaan kalor sebagai energi dalam transit, suhu sebagai ukuran keadaan termal, dan energi sebagai fungsi keadaan atau kapasitas melakukan perubahan.
- Miskonsepsi prioritas: kalor dianggap zat yang tersimpan dan suhu disamakan dengan jumlah kalor.
- Representasi minimum: fenomena pencampuran air panas-dingin dan pemanasan dua benda berbeda massa, model partikel, dan simbol $q=mc\Delta T$.
- Bukti minimum: satu pertanyaan terbuka, satu butir bertingkat, satu tugas representasi, dan satu konteks transfer.

- Keputusan pedagogis: remediasi didasarkan pada pola alasan dan keyakinan, bukan pada skor tunggal.

13.4 Panas dan Dingin dalam Bahasa Sehari-hari

Subbab ini memusatkan perhatian pada panas dan dingin dalam bahasa sehari-hari sebagai bagian dari jejaring konsep bab. Tujuannya adalah membangun definisi yang presisi, mengidentifikasi batas penerapan, mengungkap pola miskonsepsi, dan menyediakan perangkat diagnosis serta remediasi yang dapat diterapkan di kelas XI.

13.4.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk panas dan dingin dalam bahasa sehari-hari perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam representasi simbolik, panas dan dingin dalam bahasa sehari-hari dipahami sebagai rekonstruksi istilah sehari-hari panas dan dingin agar tidak diperlakukan sebagai dua fluida yang berpindah. Penjelasan harus dimulai dari definisi yang dapat dioperasionalkan dalam pengamatan, perhitungan, dan komunikasi ilmiah. Batas konsep perlu dinyatakan agar istilah yang berdekatan tidak saling dipertukarkan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa dingin dianggap mengalir masuk dan panas dipandang sebagai sifat bawaan benda. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala

representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti sendok logam dan kayu pada ruang yang sama dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi arah q dan tanda ΔT . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi kalor, suhu, konduktivitas, dan persepsi inderawi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

13.4.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara diagnostik, panas dan dingin dalam bahasa sehari-hari dipahami sebagai rekonstruksi istilah sehari-hari panas dan dingin agar tidak diperlakukan sebagai dua fluida yang berpindah. Konsep ini berada dalam jejaring pengetahuan, bukan unit hafalan yang berdiri sendiri. Prasyarat yang rapuh akan membuat peserta didik menggunakan aturan permukaan sebagai pengganti penalaran. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa dingin dianggap mengalir masuk dan panas dipandang sebagai sifat bawaan benda. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti sendok logam dan kayu pada ruang yang sama dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi arah q dan tanda ΔT . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi kalor, suhu, konduktivitas, dan persepsi inderawi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil,

remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk panas dan dingin dalam bahasa sehari-hari perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

13.4.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan

Konteks seperti sendok logam dan kayu pada ruang yang sama dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi arah q dan tanda ΔT . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi kalor, suhu, konduktivitas, dan persepsi inderawi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya,

jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk panas dan dingin dalam bahasa sehari-hari perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara epistemologis, panas dan dingin dalam bahasa sehari-hari dipahami sebagai rekonstruksi istilah sehari-hari panas dan dingin agar tidak diperlakukan sebagai dua fluida yang berpindah. Fenomena makroskopik berfungsi sebagai sumber bukti, tetapi tidak dengan sendirinya menjelaskan mekanisme. Pengamatan harus dipisahkan dari inferensi agar peserta didik tidak menganggap kesan inderawi sebagai definisi ilmiah. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa dingin dianggap mengalir masuk dan panas dipandang sebagai sifat bawaan benda. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

13.4.4 Model Submikroskopik

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk panas dan dingin dalam bahasa sehari-hari perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam konteks laboratorium, panas dan dingin dalam bahasa sehari-hari dipahami sebagai rekonstruksi istilah sehari-hari panas dan dingin agar tidak diperlakukan sebagai dua fluida yang berpindah. Model submikroskopik menjelaskan perilaku partikel, interaksi, distribusi, dan perubahan yang tidak tampak langsung. Model harus disebut sebagai representasi dengan asumsi dan keterbatasan, bukan foto literal realitas. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa dingin dianggap mengalir masuk dan panas dipandang sebagai sifat bawaan benda. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti sendok logam dan kayu pada ruang yang sama dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi arah q dan tanda ΔT . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi kalor, suhu, konduktivitas, dan persepsi inderawi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

13.4.5 Bahasa Simbolik dan Matematis

Ketika peserta didik memecahkan soal, panas dan dingin dalam bahasa sehari-hari dipahami sebagai rekonstruksi istilah sehari-hari panas dan dingin agar tidak diperlakukan sebagai dua fluida yang berpindah. Simbol dan persamaan memadatkan hubungan kuantitatif, tetapi setiap tanda harus dihubungkan dengan makna fisisnya. Manipulasi aljabar tanpa interpretasi satuan, tanda, dan kondisi mudah menghasilkan jawaban benar secara kebetulan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa dingin dianggap mengalir masuk dan panas dipandang sebagai sifat bawaan benda. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala

representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti sendok logam dan kayu pada ruang yang sama dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi arah q dan tanda ΔT . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi kalor, suhu, konduktivitas, dan persepsi inderawi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk panas dan dingin dalam bahasa sehari-hari perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

13.4.6 Koordinasi Antarrepresentasi

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi kalor, suhu, konduktivitas, dan persepsi inderawi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk panas dan dingin dalam bahasa sehari-hari perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Untuk mencegah hafalan tanpa makna, panas dan dingin dalam bahasa sehari-hari dipahami sebagai rekonstruksi istilah sehari-hari panas dan dingin agar tidak diperlakukan sebagai dua fluida yang berpindah. Pemahaman matang tampak ketika peserta didik dapat berpindah konsisten antara fenomena, partikel, simbol, grafik, dan bahasa verbal. Ketidakselarasan antarrepresentasi merupakan indikator penting adanya pengetahuan yang terfragmentasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa dingin dianggap mengalir masuk dan panas dipandang sebagai sifat bawaan benda. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti sendok logam dan kayu pada ruang yang sama dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi arah q dan tanda ΔT . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

13.4.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas

Remediasi untuk panas dan dingin dalam bahasa sehari-hari perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam pembelajaran kimia SMA, panas dan dingin dalam bahasa sehari-hari dipahami sebagai rekonstruksi istilah sehari-hari panas dan dingin agar tidak diperlakukan sebagai dua fluida yang berpindah. Contoh positif perlu dipasangkan dengan noncontoh dan kasus batas supaya kategori tidak dibangun dari satu ciri dangkal. Kasus batas menuntut peserta didik menjelaskan alasan, kondisi, dan tingkat idealisasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa dingin dianggap mengalir masuk dan panas dipandang sebagai sifat bawaan benda. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti sendok logam dan kayu pada ruang yang sama dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi arah q dan tanda ΔT . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi kalor, suhu, konduktivitas, dan persepsi inderawi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

13.4.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa dingin dianggap mengalir masuk dan panas dipandang sebagai sifat bawaan benda. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti sendok logam dan kayu pada ruang yang sama dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi arah q dan tanda ΔT . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi kalor, suhu, konduktivitas, dan persepsi inderawi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk panas dan dingin dalam bahasa sehari-hari perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dari sudut pandang pedagogical content knowledge, panas dan dingin dalam bahasa sehari-hari dipahami sebagai rekonstruksi istilah sehari-hari panas dan dingin agar tidak diperlakukan sebagai dua fluida yang berpindah. Miskonsepsi ini biasanya masuk akal dari sudut pengalaman awal sehingga tidak efektif hanya diberi label salah. Guru perlu menemukan aturan intuitif yang digunakan dan menunjukkan di mana aturan itu gagal. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

13.4.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk panas dan dingin dalam bahasa sehari-hari perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat makroskopik, panas dan dingin dalam bahasa sehari-hari dipahami sebagai rekonstruksi istilah sehari-hari panas dan dingin agar tidak diperlakukan sebagai dua fluida yang berpindah. Satu jawaban salah dapat muncul dari beberapa pola penalaran alternatif yang berbeda. Variasi respons perlu dipetakan berdasarkan alasan, representasi, dan tingkat keyakinan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa dingin dianggap mengalir masuk dan panas dipandang sebagai sifat bawaan benda. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti sendok logam dan kayu pada ruang yang sama dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi arah q dan tanda ΔT . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi kalor, suhu, konduktivitas, dan persepsi inderawi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

13.4.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat submikroskopik, panas dan dingin dalam bahasa sehari-hari dipahami sebagai rekonstruksi istilah sehari-hari panas dan dingin agar tidak diperlakukan sebagai dua fluida yang berpindah. Bahasa sehari-hari sering menggunakan kata yang sama dengan makna berbeda dari terminologi ilmiah. Peralihan register bahasa harus diajarkan eksplisit agar istilah familiar tidak membawa asumsi yang keliru. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa dingin dianggap mengalir masuk dan panas dipandang sebagai sifat bawaan benda. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti sendok logam dan kayu pada ruang yang sama dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi arah q dan tanda ΔT . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi kalor, suhu, konduktivitas, dan persepsi inderawi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk panas dan dingin dalam bahasa sehari-hari perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

13.4.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi

Konteks seperti sendok logam dan kayu pada ruang yang sama dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi arah q dan tanda ΔT . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi kalor, suhu, konduktivitas, dan persepsi inderawi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk panas dan dingin dalam bahasa sehari-hari perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam representasi simbolik, panas dan dingin dalam bahasa sehari-hari dipahami sebagai rekonstruksi istilah sehari-hari panas dan dingin agar tidak diperlakukan sebagai dua fluida yang berpindah. Gambar dan analogi dapat membantu sekaligus menyesatkan bila fitur pemetaan dan batasnya tidak dijelaskan. Peserta didik perlu diminta menyebut bagian analogi yang sesuai dan yang tidak sesuai. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa dingin dianggap mengalir masuk dan panas dipandang sebagai sifat bawaan benda. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

13.4.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk panas dan dingin dalam bahasa sehari-hari perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai

bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara diagnostik, panas dan dingin dalam bahasa sehari-hari dipahami sebagai rekonstruksi istilah sehari-hari panas dan dingin agar tidak diperlakukan sebagai dua fluida yang berpindah. Urutan buku teks, penyederhanaan guru, dan latihan algoritmik dapat memperkuat miskonsepsi secara tidak sengaja. Audit representasi dan bahasa pengajaran diperlukan sebelum menyalahkan peserta didik. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa dingin dianggap mengalir masuk dan panas dipandang sebagai sifat bawaan benda. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti sendok logam dan kayu pada ruang yang sama dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi arah q dan tanda ΔT . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi kalor, suhu, konduktivitas, dan persepsi inderawi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

13.4.13 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka

Secara epistemologis, panas dan dingin dalam bahasa sehari-hari dipahami sebagai rekonstruksi istilah sehari-hari panas dan dingin agar tidak diperlakukan sebagai dua fluida yang berpindah. Pertanyaan terbuka harus memancing prediksi, alasan, bukti, dan penjelasan mekanistik. Respons tertulis sebaiknya ditindaklanjuti dengan pertanyaan klarifikasi singkat. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa dingin dianggap mengalir masuk dan panas dipandang sebagai sifat bawaan benda. Anggapan tersebut dapat bertahan

karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti sendok logam dan kayu pada ruang yang sama dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi arah q dan tanda ΔT . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi kalor, suhu, konduktivitas, dan persepsi inderawi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk panas dan dingin dalam bahasa sehari-hari perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

13.4.14 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi kalor, suhu, konduktivitas, dan persepsi inderawi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil,

remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk panas dan dingin dalam bahasa sehari-hari perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam konteks laboratorium, panas dan dingin dalam bahasa sehari-hari dipahami sebagai rekonstruksi istilah sehari-hari panas dan dingin agar tidak diperlakukan sebagai dua fluida yang berpindah. Tes bertingkat memisahkan pilihan jawaban, alasan, dan keyakinan sehingga tebakan dapat dibedakan dari pemahaman. Distraktor harus berasal dari pola konsepsi yang benar-benar ditemukan dalam wawancara atau literatur. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa dingin dianggap mengalir masuk dan panas dipandang sebagai sifat bawaan benda. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti sendok logam dan kayu pada ruang yang sama dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi arah q dan tanda ΔT . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

13.4.15 *Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain*

Remediasi untuk panas dan dingin dalam bahasa sehari-hari perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Ketika peserta didik memecahkan soal, panas dan dingin dalam bahasa sehari-hari dipahami sebagai rekonstruksi istilah sehari-hari panas dan dingin agar tidak diperlakukan sebagai dua fluida yang berpindah. Tugas menggambar dan Predict-Observe-Explain mengungkap hubungan antara model mental dan fenomena. Perbedaan prediksi dan observasi tidak otomatis mengubah konsep tanpa fase penjelasan dan rekonsiliasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa dingin dianggap mengalir masuk dan panas dipandang sebagai sifat bawaan benda. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti sendok logam dan kayu pada ruang yang sama dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi arah q dan tanda ΔT . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi kalor, suhu, konduktivitas, dan persepsi inderawi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

13.4.16 Analisis Respons dan Peta Bukti

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa dingin dianggap mengalir masuk dan panas dipandang sebagai sifat bawaan benda. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti sendok logam dan kayu pada ruang yang sama dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi arah q dan tanda ΔT . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi kalor, suhu, konduktivitas, dan persepsi inderawi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk panas dan dingin dalam bahasa sehari-hari perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Untuk mencegah hafalan tanpa makna, panas dan dingin dalam bahasa sehari-hari dipahami sebagai rekonstruksi istilah sehari-hari panas dan dingin agar tidak diperlakukan sebagai dua fluida yang berpindah. Analisis respons perlu menggunakan peta bukti, bukan keputusan berdasarkan satu butir. Konsistensi lintas konteks, representasi, dan waktu menentukan kuat-lemahnya klaim diagnostik. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

13.4.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk panas dan dingin dalam bahasa sehari-hari perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam pembelajaran kimia SMA, panas dan dingin dalam bahasa sehari-hari dipahami sebagai rekonstruksi istilah sehari-hari panas dan dingin agar tidak diperlakukan sebagai dua fluida yang berpindah. Konflik kognitif efektif bila anomali dipahami, relevan, dan diikuti model alternatif yang lebih produktif. Kejutan tanpa dukungan dapat membuat peserta didik mengabaikan data atau menghafal pengecualian. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa dingin dianggap mengalir masuk dan panas dipandang sebagai sifat bawaan benda. Anggapan tersebut dapat bertahan

karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti sendok logam dan kayu pada ruang yang sama dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi arah q dan tanda ΔT . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi kalor, suhu, konduktivitas, dan persepsi inderawi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

13.4.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dari sudut pandang pedagogical content knowledge, panas dan dingin dalam bahasa sehari-hari dipahami sebagai rekonstruksi istilah sehari-hari panas dan dingin agar tidak diperlakukan sebagai dua fluida yang berpindah. Representasi majemuk harus dikoordinasikan, bukan sekadar ditampilkan berdampingan. Prompt penghubung perlu menanyakan apa yang tetap, berubah, dan diwakili pada setiap bentuk. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa dingin dianggap mengalir masuk dan panas dipandang sebagai sifat bawaan benda. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti sendok logam dan kayu pada ruang yang sama dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi arah q dan tanda ΔT . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi kalor, suhu, konduktivitas, dan persepsi inderawi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil,

remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk panas dan dingin dalam bahasa sehari-hari perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

13.4.19 Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif

Konteks seperti sendok logam dan kayu pada ruang yang sama dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi arah q dan tanda ΔT . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi kalor, suhu, konduktivitas, dan persepsi inderawi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya,

jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk panas dan dingin dalam bahasa sehari-hari perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat makroskopik, panas dan dingin dalam bahasa sehari-hari dipahami sebagai rekonstruksi istilah sehari-hari panas dan dingin agar tidak diperlakukan sebagai dua fluida yang berpindah. Praktikum, simulasi, dan argumentasi memberi ruang untuk menguji klaim dengan data. Kegiatan harus dirancang agar variabel, prediksi, ketidakpastian, dan batas model dibahas secara eksplisit. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa dingin dianggap mengalir masuk dan panas dipandang sebagai sifat bawaan benda. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

13.4.20 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk panas dan dingin dalam bahasa sehari-hari perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat submikroskopik, panas dan dingin dalam bahasa sehari-hari dipahami sebagai rekonstruksi istilah sehari-hari panas dan dingin agar tidak diperlakukan sebagai dua fluida yang berpindah. Perubahan konseptual dinilai melalui transfer ke masalah baru dan retensi setelah jeda waktu. Tindak lanjut harus membedakan penguasaan prosedur dari kemampuan menjelaskan dan mengevaluasi bukti. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa dingin dianggap mengalir masuk dan panas dipandang sebagai sifat bawaan benda. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti sendok logam dan kayu pada ruang yang sama dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi arah q dan tanda ΔT . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi kalor, suhu, konduktivitas, dan persepsi inderawi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Ringkasan Diagnostik 13.4

- Konsep sasaran: rekonstruksi istilah sehari-hari panas dan dingin agar tidak diperlakukan sebagai dua fluida yang berpindah.
- Miskonsepsi prioritas: dingin dianggap mengalir masuk dan panas dipandang sebagai sifat bawaan benda.
- Representasi minimum: fenomena sendok logam dan kayu pada ruang yang sama, model partikel, dan simbol arah q dan tanda ΔT .
- Bukti minimum: satu pertanyaan terbuka, satu butir bertingkat, satu tugas representasi, dan satu konteks transfer.

- Keputusan pedagogis: remediasi didasarkan pada pola alasan dan keyakinan, bukan pada skor tunggal.

13.5 Reaksi Eksoterm dan Endoterm

Subbab ini memusatkan perhatian pada reaksi eksoterm dan endoterm sebagai bagian dari jejaring konsep bab. Tujuannya adalah membangun definisi yang presisi, mengidentifikasi batas penerapan, mengungkap pola miskonsepsi, dan menyediakan perangkat diagnosis serta remediasi yang dapat diterapkan di kelas XI.

13.5.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk reaksi eksoterm dan endoterm perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara diagnostik, reaksi eksoterm dan endoterm dipahami sebagai klasifikasi proses berdasarkan arah perpindahan kalor pada tekanan tertentu dan tanda perubahan entalpi sistem. Penjelasan harus dimulai dari definisi yang dapat dioperasionalkan dalam pengamatan, perhitungan, dan komunikasi ilmiah. Batas konsep perlu dinyatakan agar istilah yang berdekatan tidak saling dipertukarkan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa eksoterm disamakan dengan reaksi yang harus terasa panas dan endoterm dengan reaksi yang selalu terasa dingin. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti pembakaran, pelarutan NH_4NO_3 , dan netralisasi dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\Delta H < 0$ atau $\Delta H > 0$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis:

peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi sistem-lingkungan, entalpi, dan kondisi pengukuran. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

13.5.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat

Secara epistemologis, reaksi eksoterm dan endoterm dipahami sebagai klasifikasi proses berdasarkan arah perpindahan kalor pada tekanan tertentu dan tanda perubahan entalpi sistem. Konsep ini berada dalam jejaring pengetahuan, bukan unit hafalan yang berdiri sendiri. Prasyarat yang rapuh akan membuat peserta didik menggunakan aturan permukaan sebagai pengganti penalaran. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa eksoterm disamakan dengan reaksi yang harus terasa panas dan endoterm dengan reaksi yang selalu terasa dingin. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti pembakaran, pelarutan NH_4NO_3 , dan netralisasi dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\Delta H < 0$ atau $\Delta H > 0$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi sistem-lingkungan, entalpi, dan kondisi pengukuran. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini

konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk reaksi eksoterm dan endoterm perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

13.5.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi sistem-lingkungan, entalpi, dan kondisi pengukuran. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk reaksi eksoterm dan endoterm perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam konteks laboratorium, reaksi eksoterm dan endoterm dipahami sebagai klasifikasi proses berdasarkan arah perpindahan kalor pada tekanan tertentu dan tanda perubahan entalpi sistem. Fenomena makroskopik berfungsi sebagai sumber bukti, tetapi tidak dengan sendirinya menjelaskan mekanisme. Pengamatan harus dipisahkan dari inferensi agar peserta didik tidak menganggap kesan inderawi sebagai definisi ilmiah. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa eksoterm disamakan dengan reaksi yang harus terasa panas dan endoterm dengan reaksi yang selalu terasa dingin. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti pembakaran, pelarutan NH_4NO_3 , dan netralisasi dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\Delta H < 0$ atau $\Delta H > 0$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

13.5.4 Model Submikroskopik

Remediasi untuk reaksi eksoterm dan endoterm perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Ketika peserta didik memecahkan soal, reaksi eksoterm dan endoterm dipahami sebagai klasifikasi proses berdasarkan arah perpindahan kalor pada tekanan tertentu dan tanda perubahan entalpi sistem. Model submikroskopik menjelaskan perilaku partikel, interaksi, distribusi, dan perubahan yang tidak tampak langsung. Model harus disebut sebagai representasi dengan asumsi dan keterbatasan, bukan foto literal realitas. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa eksoterm disamakan dengan reaksi yang harus terasa panas dan endoterm dengan reaksi yang selalu terasa dingin. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti pembakaran, pelarutan NH_4NO_3 , dan netralisasi dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\Delta H < 0$ atau $\Delta H > 0$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi sistem-lingkungan, entalpi, dan kondisi pengukuran. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

13.5.5 Bahasa Simbolik dan Matematis

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa eksoterm disamakan dengan reaksi yang harus terasa panas dan endoterm dengan reaksi yang selalu terasa dingin. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti pembakaran, pelarutan NH_4NO_3 , dan netralisasi dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\Delta H < 0$ atau $\Delta H > 0$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi sistem-lingkungan, entalpi, dan kondisi pengukuran. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk reaksi eksoterm dan endoterm perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Untuk mencegah hafalan tanpa makna, reaksi eksoterm dan endoterm dipahami sebagai klasifikasi proses berdasarkan arah perpindahan kalor pada tekanan tertentu dan tanda perubahan entalpi sistem. Simbol dan persamaan memadatkan hubungan kuantitatif, tetapi setiap tanda harus dihubungkan dengan makna fisisnya. Manipulasi aljabar tanpa interpretasi satuan, tanda, dan kondisi mudah menghasilkan jawaban benar secara kebetulan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

13.5.6 Koordinasi Antarrepresentasi

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk reaksi eksoterm dan endoterm perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam pembelajaran kimia SMA, reaksi eksoterm dan endoterm dipahami sebagai klasifikasi proses berdasarkan arah perpindahan kalor pada tekanan tertentu dan tanda perubahan entalpi sistem. Pemahaman matang tampak ketika peserta didik dapat berpindah konsisten antara fenomena, partikel, simbol, grafik, dan bahasa verbal. Ketidakselarasan antarrepresentasi merupakan indikator penting adanya pengetahuan yang terfragmentasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa eksoterm disamakan dengan reaksi yang harus terasa panas dan endoterm dengan reaksi yang selalu terasa dingin. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti pembakaran, pelarutan NH_4NO_3 , dan netralisasi dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\Delta H < 0$ atau $\Delta H > 0$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi sistem-lingkungan, entalpi, dan kondisi pengukuran. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

13.5.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dari sudut pandang pedagogical content knowledge, reaksi eksoterm dan endoterm dipahami sebagai klasifikasi proses berdasarkan arah perpindahan kalor pada tekanan tertentu dan tanda perubahan entalpi sistem. Contoh positif perlu dipasangkan dengan noncontoh dan kasus batas supaya kategori tidak dibangun dari satu ciri dangkal. Kasus batas menuntut peserta didik menjelaskan alasan, kondisi, dan tingkat idealisasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa eksoterm disamakan dengan reaksi yang harus terasa panas dan endoterm dengan reaksi yang selalu terasa dingin. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti pembakaran, pelarutan NH_4NO_3 , dan netralisasi dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\Delta H < 0$ atau $\Delta H > 0$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi sistem-lingkungan, entalpi, dan kondisi pengukuran. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk reaksi eksoterm dan endoterm perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

13.5.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul

Konteks seperti pembakaran, pelarutan NH_4NO_3 , dan netralisasi dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\Delta H < 0$ atau $\Delta H > 0$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi sistem-lingkungan, entalpi, dan kondisi pengukuran. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk reaksi eksoterm dan endoterm perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat makroskopik, reaksi eksoterm dan endoterm dipahami sebagai klasifikasi proses berdasarkan arah perpindahan kalor pada tekanan tertentu dan tanda perubahan entalpi sistem. Miskonsepsi inti biasanya masuk akal dari sudut pengalaman awal sehingga tidak efektif

hanya diberi label salah. Guru perlu menemukan aturan intuitif yang digunakan dan menunjukkan di mana aturan itu gagal. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa eksoterm disamakan dengan reaksi yang harus terasa panas dan endoterm dengan reaksi yang selalu terasa dingin. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

13.5.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk reaksi eksoterm dan endoterm perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat submikroskopik, reaksi eksoterm dan endoterm dipahami sebagai klasifikasi proses berdasarkan arah perpindahan kalor pada tekanan tertentu dan tanda perubahan entalpi sistem. Satu jawaban salah dapat muncul dari beberapa pola penalaran alternatif yang berbeda. Variasi respons perlu dipetakan berdasarkan alasan, representasi, dan tingkat keyakinan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa eksoterm disamakan dengan reaksi yang harus terasa panas dan endoterm dengan reaksi yang selalu terasa dingin. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti pembakaran, pelarutan NH_4NO_3 , dan netralisasi dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\Delta H < 0$ atau $\Delta H > 0$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis:

peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi sistem-lingkungan, entalpi, dan kondisi pengukuran. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

13.5.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari

Dalam representasi simbolik, reaksi eksoterm dan endoterm dipahami sebagai klasifikasi proses berdasarkan arah perpindahan kalor pada tekanan tertentu dan tanda perubahan entalpi sistem. Bahasa sehari-hari sering menggunakan kata yang sama dengan makna berbeda dari terminologi ilmiah. Peralihan register bahasa harus diajarkan eksplisit agar istilah familiar tidak membawa asumsi yang keliru. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa eksoterm disamakan dengan reaksi yang harus terasa panas dan endoterm dengan reaksi yang selalu terasa dingin. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti pembakaran, pelarutan NH_4NO_3 , dan netralisasi dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\Delta H < 0$ atau $\Delta H > 0$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi sistem-lingkungan, entalpi, dan kondisi pengukuran. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini

konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk reaksi eksoterm dan endoterm perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

13.5.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi sistem-lingkungan, entalpi, dan kondisi pengukuran. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk reaksi eksoterm dan endoterm perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara diagnostik, reaksi eksoterm dan endoterm dipahami sebagai klasifikasi proses berdasarkan arah perpindahan kalor pada tekanan tertentu dan tanda perubahan entalpi sistem. Gambar dan analogi dapat membantu sekaligus menyesatkan bila fitur pemetaan dan batasnya tidak dijelaskan. Peserta didik perlu diminta menyebutkan bagian analogi yang sesuai dan yang tidak sesuai. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa eksoterm disamakan dengan reaksi yang harus terasa panas dan endoterm dengan reaksi yang selalu terasa dingin. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti pembakaran, pelarutan NH_4NO_3 , dan netralisasi dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\Delta H < 0$ atau $\Delta H > 0$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

13.5.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran

Remediasi untuk reaksi eksoterm dan endoterm perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara epistemologis, reaksi eksoterm dan endoterm dipahami sebagai klasifikasi proses berdasarkan arah perpindahan kalor pada tekanan tertentu dan tanda perubahan entalpi sistem. Urutan buku teks, penyederhanaan guru, dan latihan algoritmik dapat memperkuat miskonsepsi secara tidak sengaja. Audit representasi dan bahasa pengajaran diperlukan sebelum menyalahkan peserta didik. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa eksoterm disamakan dengan reaksi yang harus terasa panas dan endoterm dengan reaksi yang selalu terasa dingin. Anggapan

tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti pembakaran, pelarutan NH_4NO_3 , dan netralisasi dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\Delta H < 0$ atau $\Delta H > 0$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi sistem-lingkungan, entalpi, dan kondisi pengukuran. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

13.5.13 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa eksoterm disamakan dengan reaksi yang harus terasa panas dan endoterm dengan reaksi yang selalu terasa dingin. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti pembakaran, pelarutan NH_4NO_3 , dan netralisasi dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\Delta H < 0$ atau $\Delta H > 0$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi sistem-lingkungan, entalpi, dan kondisi pengukuran. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga

pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk reaksi eksoterm dan endoterm perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam konteks laboratorium, reaksi eksoterm dan endoterm dipahami sebagai klasifikasi proses berdasarkan arah perpindahan kalor pada tekanan tertentu dan tanda perubahan entalpi sistem. Pertanyaan terbuka harus memancing prediksi, alasan, bukti, dan penjelasan mekanistik. Respons tertulis sebaiknya ditindaklanjuti dengan pertanyaan klarifikasi singkat. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

13.5.14 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya,

jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk reaksi eksoterm dan endoterm perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Ketika peserta didik memecahkan soal, reaksi eksoterm dan endoterm dipahami sebagai klasifikasi proses berdasarkan arah perpindahan kalor pada tekanan tertentu dan tanda perubahan entalpi sistem. Tes bertingkat memisahkan pilihan jawaban, alasan, dan keyakinan sehingga tebakan dapat dibedakan dari pemahaman. Distraktor harus berasal dari pola konsepsi yang benar-benar ditemukan dalam wawancara atau literatur. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa eksoterm disamakan dengan reaksi yang harus terasa panas dan endoterm dengan reaksi yang selalu terasa dingin. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti pembakaran, pelarutan NH_4NO_3 , dan netralisasi dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\Delta H < 0$ atau $\Delta H > 0$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi sistem-lingkungan, entalpi, dan kondisi pengukuran. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

13.5.15 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Untuk mencegah hafalan tanpa makna, reaksi eksoterm dan endoterm dipahami sebagai klasifikasi proses berdasarkan arah perpindahan kalor pada tekanan tertentu dan tanda perubahan entalpi sistem. Tugas menggambar dan Predict-Observe-Explain mengungkap hubungan antara model mental dan fenomena. Perbedaan prediksi dan observasi tidak otomatis mengubah konsep tanpa fase penjelasan dan rekonsiliasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa eksoterm disamakan dengan reaksi yang harus terasa panas dan endoterm dengan reaksi yang selalu terasa dingin. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti pembakaran, pelarutan NH_4NO_3 , dan netralisasi dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\Delta H < 0$ atau $\Delta H > 0$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi sistem-lingkungan, entalpi, dan kondisi pengukuran. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk reaksi eksoterm dan endoterm perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

13.5.16 Analisis Respons dan Peta Bukti

Konteks seperti pembakaran, pelarutan NH_4NO_3 , dan netralisasi dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\Delta H < 0$ atau $\Delta H > 0$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi sistem-lingkungan, entalpi, dan kondisi pengukuran. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk reaksi eksoterm dan endoterm perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam pembelajaran kimia SMA, reaksi eksoterm dan endoterm dipahami sebagai klasifikasi proses berdasarkan arah perpindahan kalor pada tekanan tertentu dan tanda perubahan entalpi sistem. Analisis respons perlu menggunakan peta bukti, bukan keputusan berdasarkan satu butir. Konsistensi lintas konteks, representasi, dan waktu menentukan kuat-lemahnya klaim diagnostik. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa eksoterm disamakan dengan reaksi yang harus terasa panas dan endoterm dengan reaksi yang selalu terasa dingin. Anggapan

tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

13.5.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk reaksi eksoterm dan endoterm perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dari sudut pandang pedagogical content knowledge, reaksi eksoterm dan endoterm dipahami sebagai klasifikasi proses berdasarkan arah perpindahan kalor pada tekanan tertentu dan tanda perubahan entalpi sistem. Konflik kognitif efektif bila anomali dipahami, relevan, dan diikuti model alternatif yang lebih produktif. Kejutan tanpa dukungan dapat membuat peserta didik mengabaikan data atau menghafal pengecualian. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa eksoterm disamakan dengan reaksi yang harus terasa panas dan endoterm dengan reaksi yang selalu terasa dingin. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti pembakaran, pelarutan NH_4NO_3 , dan netralisasi dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\Delta H < 0$ atau $\Delta H > 0$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi sistem-lingkungan, entalpi, dan kondisi pengukuran. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga

pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

13.5.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk

Pada tingkat makroskopik, reaksi eksoterm dan endoterm dipahami sebagai klasifikasi proses berdasarkan arah perpindahan kalor pada tekanan tertentu dan tanda perubahan entalpi sistem. Representasi majemuk harus dikoordinasikan, bukan sekadar ditampilkan berdampingan. Prompt penghubung perlu menanyakan apa yang tetap, berubah, dan diwakili pada setiap bentuk. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa eksoterm disamakan dengan reaksi yang harus terasa panas dan endoterm dengan reaksi yang selalu terasa dingin. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti pembakaran, pelarutan NH_4NO_3 , dan netralisasi dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\Delta H < 0$ atau $\Delta H > 0$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi sistem-lingkungan, entalpi, dan kondisi pengukuran. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk reaksi eksoterm dan endoterm perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

13.5.19 Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi sistem-lingkungan, entalpi, dan kondisi pengukuran. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk reaksi eksoterm dan endoterm perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai

bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat submikroskopik, reaksi eksoterm dan endoterm dipahami sebagai klasifikasi proses berdasarkan arah perpindahan kalor pada tekanan tertentu dan tanda perubahan entalpi sistem. Praktikum, simulasi, dan argumentasi memberi ruang untuk menguji klaim dengan data. Kegiatan harus dirancang agar variabel, prediksi, ketidakpastian, dan batas model dibahas secara eksplisit. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa eksoterm disamakan dengan reaksi yang harus terasa panas dan endoterm dengan reaksi yang selalu terasa dingin. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti pembakaran, pelarutan NH_4NO_3 , dan netralisasi dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\Delta H < 0$ atau $\Delta H > 0$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

13.5.20 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut

Remediasi untuk reaksi eksoterm dan endoterm perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam representasi simbolik, reaksi eksoterm dan endoterm dipahami sebagai klasifikasi proses berdasarkan arah perpindahan kalor pada tekanan tertentu dan tanda perubahan entalpi sistem. Perubahan konseptual dinilai melalui transfer ke masalah baru dan retensi setelah jeda waktu. Tindak lanjut harus membedakan penguasaan prosedur dari kemampuan menjelaskan dan mengevaluasi bukti. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa eksoterm disamakan dengan reaksi yang harus terasa panas dan endoterm dengan reaksi yang selalu terasa dingin. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik

menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti pembakaran, pelarutan NH_4NO_3 , dan netralisasi dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\Delta H < 0$ atau $\Delta H > 0$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi sistem-lingkungan, entalpi, dan kondisi pengukuran. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Ringkasan Diagnostik 13.5

- Konsep sasaran: klasifikasi proses berdasarkan arah perpindahan kalor pada tekanan tertentu dan tanda perubahan entalpi sistem.
- Miskonsepsi prioritas: eksoterm disamakan dengan reaksi yang harus terasa panas dan endoterm dengan reaksi yang selalu terasa dingin.
- Representasi minimum: fenomena pembakaran, pelarutan NH_4NO_3 , dan netralisasi, model partikel, dan simbol $\Delta H < 0$ atau $\Delta H > 0$.
- Bukti minimum: satu pertanyaan terbuka, satu butir bertingkat, satu tugas representasi, dan satu konteks transfer.
- Keputusan pedagogis: remediasi didasarkan pada pola alasan dan keyakinan, bukan pada skor tunggal.

13.6 Perpindahan Kalor

Subbab ini memusatkan perhatian pada perpindahan kalor sebagai bagian dari jejaring konsep bab. Tujuannya adalah membangun definisi yang presisi, mengidentifikasi batas penerapan, mengungkap pola miskonsepsi, dan menyediakan perangkat diagnosis serta remediasi yang dapat diterapkan di kelas XI.

13.6.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep

Remediasi untuk perpindahan kalor perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara epistemologis, perpindahan kalor dipahami sebagai mekanisme transfer energi termal karena perbedaan suhu melalui konduksi, konveksi, dan radiasi. Penjelasan harus dimulai dari definisi yang dapat dioperasionalkan dalam pengamatan, perhitungan, dan komunikasi ilmiah. Batas konsep perlu dinyatakan agar istilah yang berdekatan tidak saling dipertukarkan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa kalor dianggap berpindah karena benda mengandung panas lebih banyak tanpa memperhatikan beda suhu. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti pendinginan minuman dan pemanasan kalorimeter dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $q_{\text{sistem}} = -q_{\text{lingkungan}}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi gradien suhu dan kekekalan energi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

13.6.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa kalor dianggap berpindah karena benda mengandung panas lebih banyak tanpa memperhatikan beda suhu. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti pendinginan minuman dan pemanasan kalorimeter dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $q_{\text{sistem}} = -q_{\text{lingkungan}}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi gradien suhu dan kekekalan energi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk perpindahan kalor perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam konteks laboratorium, perpindahan kalor dipahami sebagai mekanisme transfer energi termal karena perbedaan suhu melalui konduksi, konveksi, dan radiasi. Konsep ini berada dalam jejaring pengetahuan, bukan unit hafalan yang berdiri sendiri. Prasyarat yang rapuh akan membuat peserta didik menggunakan aturan permukaan sebagai pengganti penalaran. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

13.6.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk perpindahan kalor perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Ketika peserta didik memecahkan soal, perpindahan kalor dipahami sebagai mekanisme transfer energi termal karena perbedaan suhu melalui konduksi, konveksi, dan radiasi. Fenomena makroskopik berfungsi sebagai sumber bukti, tetapi tidak dengan sendirinya menjelaskan mekanisme. Pengamatan harus dipisahkan dari inferensi agar peserta didik tidak menganggap kesan inderawi sebagai definisi ilmiah. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa kalor dianggap berpindah karena benda mengandung panas lebih banyak tanpa memperhatikan beda suhu. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti pendinginan minuman dan pemanasan kalorimeter dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $q_{\text{sistem}} = -q_{\text{lingkungan}}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi gradien suhu dan kekekalan energi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

13.6.4 Model Submikroskopik

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Untuk mencegah hafalan tanpa makna, perpindahan kalor dipahami sebagai mekanisme transfer energi termal karena perbedaan suhu melalui konduksi, konveksi, dan radiasi. Model submikroskopik menjelaskan perilaku partikel, interaksi, distribusi, dan perubahan yang tidak tampak langsung. Model harus disebut sebagai representasi dengan asumsi dan keterbatasan, bukan foto literal realitas. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa kalor dianggap berpindah karena benda mengandung panas lebih banyak tanpa memperhatikan beda suhu. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti pendinginan minuman dan pemanasan kalorimeter dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $q_{\text{sistem}} = -q_{\text{lingkungan}}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi gradien suhu dan kekekalan energi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk perpindahan kalor perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

13.6.5 Bahasa Simbolik dan Matematis

Konteks seperti pendinginan minuman dan pemanasan kalorimeter dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $q_{\text{sistem}} = -q_{\text{lingkungan}}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi gradien suhu dan kekekalan energi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk perpindahan kalor perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam pembelajaran kimia SMA, perpindahan kalor dipahami sebagai mekanisme transfer energi termal karena perbedaan suhu melalui konduksi, konveksi, dan radiasi. Simbol dan persamaan memadatkan hubungan kuantitatif, tetapi setiap tanda harus dihubungkan dengan makna fisisnya. Manipulasi aljabar tanpa interpretasi satuan, tanda, dan kondisi mudah menghasilkan jawaban benar secara kebetulan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa kalor dianggap berpindah karena benda mengandung panas lebih banyak tanpa memperhatikan beda suhu. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

13.6.6 Koordinasi Antarrepresentasi

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk perpindahan kalor perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dari sudut pandang pedagogical content knowledge, perpindahan kalor dipahami sebagai mekanisme transfer energi termal karena perbedaan suhu melalui konduksi, konveksi, dan radiasi. Pemahaman matang tampak ketika peserta didik dapat berpindah konsisten antara fenomena, partikel, simbol, grafik, dan bahasa verbal. Ketidakselarasan antarrepresentasi merupakan indikator penting adanya pengetahuan yang terfragmentasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa kalor dianggap berpindah karena benda mengandung panas lebih banyak tanpa memperhatikan beda suhu. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti pendinginan minuman dan pemanasan kalorimeter dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $q_{\text{sistem}} = -q_{\text{lingkungan}}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi gradien suhu dan kekekalan energi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

13.6.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas

Pada tingkat makroskopik, perpindahan kalor dipahami sebagai mekanisme transfer energi termal karena perbedaan suhu melalui konduksi, konveksi, dan radiasi. Contoh positif perlu dipasangkan dengan noncontoh dan kasus batas supaya kategori tidak dibangun dari satu ciri dangkal. Kasus batas menuntut peserta didik menjelaskan alasan, kondisi, dan tingkat idealisasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa kalor dianggap berpindah karena benda mengandung panas lebih banyak tanpa memperhatikan beda suhu. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti pendinginan minuman dan pemanasan kalorimeter dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $q_{\text{sistem}} = -q_{\text{lingkungan}}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi gradien suhu dan kekekalan energi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk perpindahan kalor perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

13.6.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi gradien suhu dan kekekalan energi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat

untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk perpindahan kalor perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat submikroskopik, perpindahan kalor dipahami sebagai mekanisme transfer energi termal karena perbedaan suhu melalui konduksi, konveksi, dan radiasi. Miskonsepsi ini biasanya masuk akal dari sudut pengalaman awal sehingga tidak efektif hanya diberi label salah. Guru perlu menemukan aturan intuitif yang digunakan dan menunjukkan di mana aturan itu gagal. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa kalor dianggap berpindah karena benda mengandung panas lebih banyak tanpa memperhatikan beda suhu. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti pendinginan minuman dan pemanasan kalorimeter dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $q_{\text{sistem}} = -q_{\text{lingkungan}}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

13.6.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif

Remediasi untuk perpindahan kalor perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam representasi simbolik, perpindahan kalor dipahami sebagai mekanisme transfer energi termal karena perbedaan suhu melalui konduksi, konveksi, dan radiasi. Satu jawaban salah dapat muncul dari beberapa pola penalaran alternatif yang berbeda. Variasi respons perlu dipetakan berdasarkan alasan, representasi, dan tingkat keyakinan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa kalor dianggap berpindah karena benda mengandung panas lebih banyak tanpa memperhatikan beda suhu. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti pendinginan minuman dan pemanasan kalorimeter dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $q_{\text{sistem}} = -q_{\text{lingkungan}}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi gradien suhu dan kekekalan energi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

13.6.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa kalor dianggap berpindah karena benda mengandung panas lebih banyak tanpa memperhatikan beda suhu. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti pendinginan minuman dan pemanasan kalorimeter dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $q_{\text{sistem}} = -q_{\text{lingkungan}}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi gradien suhu dan kekekalan energi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk perpindahan kalor perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara diagnostik, perpindahan kalor dipahami sebagai mekanisme transfer energi termal karena perbedaan suhu melalui konduksi, konveksi, dan radiasi. Bahasa sehari-hari sering menggunakan kata yang sama dengan makna berbeda dari terminologi ilmiah. Peralihan register bahasa harus diajarkan eksplisit agar istilah familiar tidak membawa asumsi yang keliru. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

13.6.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk perpindahan kalor perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara epistemologis, perpindahan kalor dipahami sebagai mekanisme transfer energi termal karena perbedaan suhu melalui konduksi, konveksi, dan radiasi. Gambar dan analogi dapat membantu sekaligus menyesatkan bila fitur pemetaan dan batasnya tidak dijelaskan. Peserta didik perlu diminta menyebut bagian analogi yang sesuai dan yang tidak sesuai. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa kalor dianggap berpindah karena benda mengandung panas lebih banyak tanpa memperhatikan beda suhu. Anggapan

tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti pendinginan minuman dan pemanasan kalorimeter dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $q_{\text{sistem}} = -q_{\text{lingkungan}}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi gradien suhu dan kekekalan energi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

13.6.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam konteks laboratorium, perpindahan kalor dipahami sebagai mekanisme transfer energi termal karena perbedaan suhu melalui konduksi, konveksi, dan radiasi. Urutan buku teks, penyederhanaan guru, dan latihan algoritmik dapat memperkuat miskonsepsi secara tidak sengaja. Audit representasi dan bahasa pengajaran diperlukan sebelum menyalahkan peserta didik. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa kalor dianggap berpindah karena benda mengandung panas lebih banyak tanpa memperhatikan beda suhu. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti pendinginan minuman dan pemanasan kalorimeter dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $q_{\text{sistem}} = -q_{\text{lingkungan}}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi gradien suhu dan kekekalan energi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya

dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk perpindahan kalor perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

13.6.13 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka

Konteks seperti pendinginan minuman dan pemanasan kalorimeter dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $q_{\text{sistem}} = -q_{\text{lingkungan}}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi gradien suhu dan kekekalan energi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya,

jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk perpindahan kalor perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Ketika peserta didik memecahkan soal, perpindahan kalor dipahami sebagai mekanisme transfer energi termal karena perbedaan suhu melalui konduksi, konveksi, dan radiasi. Pertanyaan terbuka harus memancing prediksi, alasan, bukti, dan penjelasan mekanistik. Respons tertulis sebaiknya ditindaklanjuti dengan pertanyaan klarifikasi singkat. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa kalor dianggap berpindah karena benda mengandung panas lebih banyak tanpa memperhatikan beda suhu. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

13.6.14 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk perpindahan kalor perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Untuk mencegah hafalan tanpa makna, perpindahan kalor dipahami sebagai mekanisme transfer energi termal karena perbedaan suhu melalui konduksi, konveksi, dan radiasi. Tes bertingkat memisahkan pilihan jawaban, alasan, dan keyakinan sehingga tebakan dapat dibedakan dari pemahaman. Distraktor harus berasal dari pola konsepsi yang benar-benar ditemukan dalam wawancara atau literatur. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa kalor dianggap berpindah karena benda mengandung panas lebih banyak tanpa memperhatikan beda suhu. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti pendinginan minuman dan pemanasan kalorimeter dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $q_{\text{sistem}} = -q_{\text{lingkungan}}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi gradien suhu dan kekekalan energi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

13.6.15 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain

Dalam pembelajaran kimia SMA, perpindahan kalor dipahami sebagai mekanisme transfer energi termal karena perbedaan suhu melalui konduksi, konveksi, dan radiasi. Tugas menggambar dan Predict-Observe-Explain mengungkap hubungan antara model mental dan fenomena. Perbedaan prediksi dan observasi tidak otomatis mengubah konsep tanpa fase penjelasan dan rekonsiliasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa kalor dianggap berpindah karena benda mengandung panas lebih banyak tanpa memperhatikan beda suhu. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik

menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti pendinginan minuman dan pemanasan kalorimeter dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $q_{\text{sistem}} = -q_{\text{lingkungan}}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi gradien suhu dan kekekalan energi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk perpindahan kalor perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

13.6.16 Analisis Respons dan Peta Bukti

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi gradien suhu dan kekekalan energi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk perpindahan kalor perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dari sudut pandang pedagogical content knowledge, perpindahan kalor dipahami sebagai mekanisme transfer energi termal karena perbedaan suhu melalui konduksi, konveksi, dan radiasi. Analisis respons perlu menggunakan peta bukti, bukan keputusan berdasarkan satu butir. Konsistensi lintas konteks, representasi, dan waktu menentukan kuat-lemahnya klaim diagnostik. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa kalor dianggap berpindah karena benda mengandung panas lebih banyak tanpa memperhatikan beda suhu. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti pendinginan minuman dan pemanasan kalorimeter dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $q_{\text{sistem}} = -q_{\text{lingkungan}}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

13.6.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah

Remediasi untuk perpindahan kalor perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat makroskopik, perpindahan kalor dipahami sebagai mekanisme transfer energi termal karena perbedaan suhu melalui konduksi, konveksi, dan radiasi. Konflik kognitif efektif bila anomali dipahami, relevan, dan diikuti model alternatif yang lebih produktif. Kejutan tanpa dukungan dapat membuat peserta didik mengabaikan data atau menghafal pengecualian. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa kalor dianggap berpindah karena benda mengandung panas lebih banyak tanpa memperhatikan beda suhu. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti pendinginan minuman dan pemanasan kalorimeter dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $q_{\text{sistem}} = -q_{\text{lingkungan}}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi gradien suhu dan kekekalan energi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

13.6.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa kalor dianggap berpindah karena benda mengandung panas lebih banyak tanpa memperhatikan beda suhu. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti pendinginan minuman dan pemanasan kalorimeter dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $q_{\text{sistem}} = -q_{\text{lingkungan}}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi gradien suhu dan kekekalan energi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk perpindahan kalor perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat submikroskopik, perpindahan kalor dipahami sebagai mekanisme transfer energi termal karena perbedaan suhu melalui konduksi, konveksi, dan radiasi. Representasi majemuk harus dikoordinasikan, bukan sekadar ditampilkan berdampingan. Prompt penghubung perlu menanyakan apa yang tetap, berubah, dan diwakili pada setiap bentuk. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

13.6.19 Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk perpindahan kalor perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam representasi simbolik, perpindahan kalor dipahami sebagai mekanisme transfer energi termal karena perbedaan suhu melalui konduksi, konveksi, dan radiasi. Praktikum, simulasi, dan argumentasi memberi ruang untuk menguji klaim dengan data. Kegiatan harus dirancang agar variabel, prediksi, ketidakpastian, dan batas model dibahas secara eksplisit. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa kalor dianggap berpindah karena benda mengandung panas lebih banyak tanpa memperhatikan beda suhu. Anggapan

tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti pendinginan minuman dan pemanasan kalorimeter dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $q_{\text{sistem}} = -q_{\text{lingkungan}}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi gradien suhu dan kekekalan energi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

13.6.20 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara diagnostik, perpindahan kalor dipahami sebagai mekanisme transfer energi termal karena perbedaan suhu melalui konduksi, konveksi, dan radiasi. Perubahan konseptual dinilai melalui transfer ke masalah baru dan retensi setelah jeda waktu. Tindak lanjut harus membedakan penguasaan prosedur dari kemampuan menjelaskan dan mengevaluasi bukti. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa kalor dianggap berpindah karena benda mengandung panas lebih banyak tanpa memperhatikan beda suhu. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti pendinginan minuman dan pemanasan kalorimeter dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $q_{\text{sistem}} = -q_{\text{lingkungan}}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi gradien suhu dan kekekalan energi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya

dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk perpindahan kalor perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Ringkasan Diagnostik 13.6

- Konsep sasaran: mekanisme transfer energi termal karena perbedaan suhu melalui konduksi, konveksi, dan radiasi.
- Miskonsepsi prioritas: kalor dianggap berpindah karena benda mengandung panas lebih banyak tanpa memperhatikan beda suhu.
- Representasi minimum: fenomena pendinginan minuman dan pemanasan kalorimeter, model partikel, dan simbol $q_{\text{sistem}} = -q_{\text{lingkungan}}$.
- Bukti minimum: satu pertanyaan terbuka, satu butir bertingkat, satu tugas representasi, dan satu konteks transfer.
- Keputusan pedagogis: remediasi didasarkan pada pola alasan dan keyakinan, bukan pada skor tunggal.

13.7 Entalpi dan Perubahan Entalpi

Subbab ini memusatkan perhatian pada entalpi dan perubahan entalpi sebagai bagian dari jejaring konsep bab. Tujuannya adalah membangun definisi yang presisi, mengidentifikasi batas penerapan, mengungkap pola miskonsepsi, dan menyediakan perangkat diagnosis serta remediasi yang dapat diterapkan di kelas XI.

13.7.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai

bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam konteks laboratorium, entalpi dan perubahan entalpi dipahami sebagai entalpi sebagai fungsi keadaan $H=U+pV$ dan perubahan entalpi sebagai besaran proses pada keadaan awal-akhir. Penjelasan harus dimulai dari definisi yang dapat dioperasionalkan dalam pengamatan, perhitungan, dan komunikasi ilmiah. Batas konsep perlu dinyatakan agar istilah yang berdekatan tidak saling dipertukarkan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa entalpi dianggap sama dengan kalor yang dimiliki zat atau sama dengan energi aktivasi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi pada tekanan konstan dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\Delta H = H_{\text{produk}} - H_{\text{reaktan}}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi energi dalam, kerja tekanan-volume, dan fungsi keadaan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk entalpi dan perubahan entalpi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

13.7.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat

Konteks seperti reaksi pada tekanan konstan dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\Delta H = H_{\text{produk}} - H_{\text{reaktan}}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi energi dalam, kerja tekanan-volume, dan fungsi keadaan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk entalpi dan perubahan entalpi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Ketika peserta didik memecahkan soal, entalpi dan perubahan entalpi dipahami sebagai entalpi sebagai fungsi keadaan $H = U + pV$ dan perubahan entalpi sebagai besaran proses pada keadaan awal-akhir. Konsep ini berada dalam jejaring pengetahuan, bukan unit hafalan yang berdiri sendiri. Prasyarat yang rapuh akan membuat peserta didik menggunakan aturan permukaan sebagai pengganti penalaran. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa entalpi dianggap sama dengan kalor yang dimiliki zat atau sama dengan energi aktivasi. Anggapan tersebut dapat bertahan

karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

13.7.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk entalpi dan perubahan entalpi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Untuk mencegah hafalan tanpa makna, entalpi dan perubahan entalpi dipahami sebagai entalpi sebagai fungsi keadaan $H=U+pV$ dan perubahan entalpi sebagai besaran proses pada keadaan awal-akhir. Fenomena makroskopik berfungsi sebagai sumber bukti, tetapi tidak dengan sendirinya menjelaskan mekanisme. Pengamatan harus dipisahkan dari inferensi agar peserta didik tidak menganggap kesan inderawi sebagai definisi ilmiah. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa entalpi dianggap sama dengan kalor yang dimiliki zat atau sama dengan energi aktivasi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi pada tekanan konstan dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\Delta H = H_{\text{produk}} - H_{\text{reaktan}}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi energi dalam, kerja tekanan-volume, dan fungsi keadaan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga

pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

13.7.4 Model Submikroskopik

Dalam pembelajaran kimia SMA, entalpi dan perubahan entalpi dipahami sebagai entalpi sebagai fungsi keadaan $H=U+pV$ dan perubahan entalpi sebagai besaran proses pada keadaan awal-akhir. Model submikroskopik menjelaskan perilaku partikel, interaksi, distribusi, dan perubahan yang tidak tampak langsung. Model harus disebut sebagai representasi dengan asumsi dan keterbatasan, bukan foto literal realitas. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa entalpi dianggap sama dengan kalor yang dimiliki zat atau sama dengan energi aktivasi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi pada tekanan konstan dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\Delta H = H_{\text{produk}} - H_{\text{reaktan}}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi energi dalam, kerja tekanan-volume, dan fungsi keadaan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk entalpi dan perubahan entalpi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

13.7.5 Bahasa Simbolik dan Matematis

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi energi dalam, kerja tekanan-volume, dan fungsi keadaan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk entalpi dan perubahan entalpi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai

bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dari sudut pandang pedagogical content knowledge, entalpi dan perubahan entalpi dipahami sebagai entalpi sebagai fungsi keadaan $H=U+pV$ dan perubahan entalpi sebagai besaran proses pada keadaan awal-akhir. Simbol dan persamaan memadatkan hubungan kuantitatif, tetapi setiap tanda harus dihubungkan dengan makna fisisnya. Manipulasi aljabar tanpa interpretasi satuan, tanda, dan kondisi mudah menghasilkan jawaban benar secara kebetulan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa entalpi dianggap sama dengan kalor yang dimiliki zat atau sama dengan energi aktivasi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi pada tekanan konstan dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\Delta H = H_{\text{produk}} - H_{\text{reaktan}}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

13.7.6 Koordinasi Antarrepresentasi

Remediasi untuk entalpi dan perubahan entalpi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat makroskopik, entalpi dan perubahan entalpi dipahami sebagai entalpi sebagai fungsi keadaan $H=U+pV$ dan perubahan entalpi sebagai besaran proses pada keadaan awal-akhir. Pemahaman matang tampak ketika peserta didik dapat berpindah konsisten antara fenomena, partikel, simbol, grafik, dan bahasa verbal. Ketidakselarasan antarrepresentasi merupakan indikator penting adanya pengetahuan yang terfragmentasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa entalpi dianggap sama dengan kalor yang dimiliki zat atau sama dengan energi aktivasi. Anggapan tersebut dapat bertahan

karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi pada tekanan konstan dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\Delta H = H_{\text{produk}} - H_{\text{reaktan}}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi energi dalam, kerja tekanan-volume, dan fungsi keadaan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

13.7.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa entalpi dianggap sama dengan kalor yang dimiliki zat atau sama dengan energi aktivasi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi pada tekanan konstan dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\Delta H = H_{\text{produk}} - H_{\text{reaktan}}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi energi dalam, kerja tekanan-volume, dan fungsi keadaan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga

pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk entalpi dan perubahan entalpi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat submikroskopik, entalpi dan perubahan entalpi dipahami sebagai entalpi sebagai fungsi keadaan $H=U+pV$ dan perubahan entalpi sebagai besaran proses pada keadaan awal-akhir. Contoh positif perlu dipasangkan dengan noncontoh dan kasus batas supaya kategori tidak dibangun dari satu ciri dangkal. Kasus batas menuntut peserta didik menjelaskan alasan, kondisi, dan tingkat idealisasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

13.7.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya,

jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk entalpi dan perubahan entalpi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam representasi simbolik, entalpi dan perubahan entalpi dipahami sebagai entalpi sebagai fungsi keadaan $H=U+pV$ dan perubahan entalpi sebagai besaran proses pada keadaan awal-akhir. Miskonsepsi ini biasanya masuk akal dari sudut pengalaman awal sehingga tidak efektif hanya diberi label salah. Guru perlu menemukan aturan intuitif yang digunakan dan menunjukkan di mana aturan itu gagal. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa entalpi dianggap sama dengan kalor yang dimiliki zat atau sama dengan energi aktivasi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi pada tekanan konstan dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\Delta H = H_{\text{produk}} - H_{\text{reaktan}}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi energi dalam, kerja tekanan-volume, dan fungsi keadaan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

13.7.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara diagnostik, entalpi dan perubahan entalpi dipahami sebagai entalpi sebagai fungsi keadaan $H=U+pV$ dan perubahan entalpi sebagai besaran proses pada keadaan awal-akhir. Satu jawaban salah dapat muncul dari beberapa pola penalaran alternatif yang berbeda. Variasi respons perlu dipetakan berdasarkan alasan, representasi, dan tingkat keyakinan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa entalpi dianggap sama dengan kalor yang dimiliki zat atau sama dengan energi aktivasi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi pada tekanan konstan dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\Delta H = H_{\text{produk}} - H_{\text{reaktan}}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi energi dalam, kerja tekanan-volume, dan fungsi keadaan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk entalpi dan perubahan entalpi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

13.7.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari

Konteks seperti reaksi pada tekanan konstan dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\Delta H = H_{\text{produk}} - H_{\text{reaktan}}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi energi dalam, kerja tekanan-volume, dan fungsi keadaan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk entalpi dan perubahan entalpi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara epistemologis, entalpi dan perubahan entalpi dipahami sebagai entalpi sebagai fungsi keadaan $H = U + pV$ dan perubahan entalpi sebagai besaran proses pada keadaan awal-akhir. Bahasa sehari-hari sering menggunakan kata yang sama dengan makna berbeda dari terminologi ilmiah. Peralihan register bahasa harus diajarkan eksplisit agar istilah familiar tidak membawa asumsi yang keliru. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa entalpi dianggap sama dengan kalor yang dimiliki zat atau sama dengan energi aktivasi. Anggapan tersebut dapat bertahan

karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

13.7.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk entalpi dan perubahan entalpi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam konteks laboratorium, entalpi dan perubahan entalpi dipahami sebagai entalpi sebagai fungsi keadaan $H=U+pV$ dan perubahan entalpi sebagai besaran proses pada keadaan awal-akhir. Gambar dan analogi dapat membantu sekaligus menyesatkan bila fitur pemetaan dan batasnya tidak dijelaskan. Peserta didik perlu diminta menyebut bagian analogi yang sesuai dan yang tidak sesuai. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa entalpi dianggap sama dengan kalor yang dimiliki zat atau sama dengan energi aktivasi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi pada tekanan konstan dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\Delta H = H_{\text{produk}} - H_{\text{reaktan}}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi energi dalam, kerja tekanan-volume, dan fungsi keadaan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil,

remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

13.7.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran

Ketika peserta didik memecahkan soal, entalpi dan perubahan entalpi dipahami sebagai entalpi sebagai fungsi keadaan $H=U+pV$ dan perubahan entalpi sebagai besaran proses pada keadaan awal-akhir. Urutan buku teks, penyederhanaan guru, dan latihan algoritmik dapat memperkuat miskonsepsi secara tidak sengaja. Audit representasi dan bahasa pengajaran diperlukan sebelum menyalahkan peserta didik. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa entalpi dianggap sama dengan kalor yang dimiliki zat atau sama dengan energi aktivasi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi pada tekanan konstan dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\Delta H = H_{\text{produk}} - H_{\text{reaktan}}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi energi dalam, kerja tekanan-volume, dan fungsi keadaan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan

beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk entalpi dan perubahan entalpi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

13.7.13 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi energi dalam, kerja tekanan-volume, dan fungsi keadaan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk entalpi dan perubahan entalpi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Untuk mencegah hafalan tanpa makna, entalpi dan perubahan entalpi dipahami sebagai entalpi sebagai fungsi keadaan $H=U+pV$ dan perubahan entalpi sebagai besaran proses pada keadaan awal-akhir. Pertanyaan terbuka harus memancing prediksi, alasan, bukti, dan penjelasan mekanistik. Respons tertulis sebaiknya ditindaklanjuti dengan pertanyaan klarifikasi singkat. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa entalpi dianggap sama dengan kalor yang dimiliki zat atau sama dengan energi aktivasi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi pada tekanan konstan dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\Delta H = H_{\text{produk}} - H_{\text{reaktan}}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

13.7.14 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan

Remediasi untuk entalpi dan perubahan entalpi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam pembelajaran kimia SMA, entalpi dan perubahan entalpi dipahami sebagai entalpi sebagai fungsi keadaan $H=U+pV$ dan perubahan entalpi sebagai besaran proses pada keadaan awal-akhir. Tes bertingkat memisahkan pilihan jawaban, alasan, dan keyakinan sehingga tebakan dapat dibedakan dari pemahaman. Distraktor harus berasal dari pola konsepsi yang benar-benar ditemukan dalam wawancara atau literatur. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa entalpi dianggap sama dengan kalor yang dimiliki zat atau sama dengan energi aktivasi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi pada tekanan konstan dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\Delta H = H_{\text{produk}} - H_{\text{reaktan}}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi energi dalam, kerja tekanan-volume, dan fungsi keadaan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

13.7.15 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa entalpi dianggap sama dengan kalor yang dimiliki zat atau sama dengan energi aktivasi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi pada tekanan konstan dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\Delta H = H_{\text{produk}} - H_{\text{reaktan}}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi energi dalam, kerja tekanan-volume, dan fungsi keadaan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk entalpi dan perubahan entalpi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dari sudut pandang pedagogical content knowledge, entalpi dan perubahan entalpi dipahami sebagai entalpi sebagai fungsi keadaan $H=U+pV$ dan perubahan entalpi sebagai besaran proses pada keadaan awal-akhir. Tugas menggambar dan Predict-Observe-Explain mengungkap hubungan antara model mental dan fenomena. Perbedaan prediksi dan observasi tidak otomatis mengubah konsep tanpa fase penjelasan dan rekonsiliasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

13.7.16 Analisis Respons dan Peta Bukti

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk entalpi dan perubahan entalpi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat makroskopik, entalpi dan perubahan entalpi dipahami sebagai entalpi sebagai fungsi keadaan $H=U+pV$ dan perubahan entalpi sebagai besaran proses pada keadaan awal-akhir. Analisis respons perlu menggunakan peta bukti, bukan keputusan berdasarkan satu butir. Konsistensi lintas konteks, representasi, dan waktu menentukan kuat-lemahnya klaim diagnostik. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa entalpi dianggap sama dengan kalor yang dimiliki zat atau sama dengan energi aktivasi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi pada tekanan konstan dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\Delta H = H_{\text{produk}} - H_{\text{reaktan}}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi energi dalam, kerja tekanan-volume, dan fungsi keadaan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

13.7.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat submikroskopik, entalpi dan perubahan entalpi dipahami sebagai entalpi sebagai fungsi keadaan $H=U+pV$ dan perubahan entalpi sebagai besaran proses pada keadaan awal-akhir. Konflik kognitif efektif bila anomali dipahami, relevan, dan diikuti model alternatif yang

lebih produktif. Kejutan tanpa dukungan dapat membuat peserta didik mengabaikan data atau menghafal pengecualian. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa entalpi dianggap sama dengan kalor yang dimiliki zat atau sama dengan energi aktivasi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi pada tekanan konstan dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\Delta H = H_{\text{produk}} - H_{\text{reaktan}}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi energi dalam, kerja tekanan-volume, dan fungsi keadaan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk entalpi dan perubahan entalpi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

13.7.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk

Konteks seperti reaksi pada tekanan konstan dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\Delta H = H_{\text{produk}} - H_{\text{reaktan}}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu

menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi energi dalam, kerja tekanan-volume, dan fungsi keadaan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk entalpi dan perubahan entalpi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam representasi simbolik, entalpi dan perubahan entalpi dipahami sebagai entalpi sebagai fungsi keadaan $H=U+pV$ dan perubahan entalpi sebagai besaran proses pada keadaan awal-akhir. Representasi majemuk harus dikoordinasikan, bukan sekadar ditampilkan berdampingan. Prompt penghubung perlu menanyakan apa yang tetap, berubah, dan diwakili pada setiap bentuk. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa entalpi dianggap sama dengan kalor yang dimiliki zat atau sama dengan energi aktivasi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

13.7.19 *Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif*

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk entalpi dan perubahan entalpi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara diagnostik, entalpi dan perubahan entalpi dipahami sebagai entalpi sebagai fungsi keadaan $H=U+pV$ dan perubahan entalpi sebagai besaran proses pada keadaan awal-akhir. Praktikum, simulasi, dan argumentasi memberi ruang untuk menguji klaim dengan data. Kegiatan harus dirancang agar variabel, prediksi, ketidakpastian, dan batas model dibahas secara eksplisit. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa entalpi dianggap sama dengan kalor yang dimiliki zat atau sama dengan energi aktivasi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi pada tekanan konstan dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\Delta H = H_{\text{produk}} - H_{\text{reaktan}}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi energi dalam, kerja tekanan-volume, dan fungsi keadaan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan

tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

13.7.20 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut

Secara epistemologis, entalpi dan perubahan entalpi dipahami sebagai entalpi sebagai fungsi keadaan $H=U+pV$ dan perubahan entalpi sebagai besaran proses pada keadaan awal-akhir. Perubahan konseptual dinilai melalui transfer ke masalah baru dan retensi setelah jeda waktu. Tindak lanjut harus membedakan penguasaan prosedur dari kemampuan menjelaskan dan mengevaluasi bukti. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa entalpi dianggap sama dengan kalor yang dimiliki zat atau sama dengan energi aktivasi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi pada tekanan konstan dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\Delta H = H_{\text{produk}} - H_{\text{reaktan}}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi energi dalam, kerja tekanan-volume, dan fungsi keadaan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk entalpi dan perubahan entalpi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Ringkasan Diagnostik 13.7

- Konsep sasaran: entalpi sebagai fungsi keadaan $H=U+pV$ dan perubahan entalpi sebagai besaran proses pada keadaan awal-akhir.
- Miskonsepsi prioritas: entalpi dianggap sama dengan kalor yang dimiliki zat atau sama dengan energi aktivasi.
- Representasi minimum: fenomena reaksi pada tekanan konstan, model partikel, dan simbol $\Delta H=H_{\text{produk}}-H_{\text{reaktan}}$.
- Bukti minimum: satu pertanyaan terbuka, satu butir bertingkat, satu tugas representasi, dan satu konteks transfer.
- Keputusan pedagogis: remediasi didasarkan pada pola alasan dan keyakinan, bukan pada skor tunggal.

13.8 Diagram Tingkat Energi

Subbab ini memusatkan perhatian pada diagram tingkat energi sebagai bagian dari jejaring konsep bab. Tujuannya adalah membangun definisi yang presisi, mengidentifikasi batas penerapan, mengungkap pola miskonsepsi, dan menyediakan perangkat diagnosis serta remediasi yang dapat diterapkan di kelas XI.

13.8.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep

Ketika peserta didik memecahkan soal, diagram tingkat energi dipahami sebagai representasi relatif energi reaktan, produk, keadaan transisi, serta perubahan entalpi. Penjelasan harus dimulai dari definisi yang dapat dioperasionalkan dalam pengamatan, perhitungan, dan komunikasi ilmiah. Batas konsep perlu dinyatakan agar istilah yang berdekatan tidak saling dipertukarkan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa tinggi kurva dianggap lintasan fisik partikel dan puncak kurva disamakan dengan entalpi reaksi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti profil energi reaksi satu tahap dan multistep dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi E_a , ΔH , koordinat reaksi. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi energi aktivasi, keadaan transisi, dan skala relatif. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk diagram tingkat energi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

13.8.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi energi aktivasi, keadaan transisi, dan skala relatif. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini

konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk diagram tingkat energi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Untuk mencegah hafalan tanpa makna, diagram tingkat energi dipahami sebagai representasi relatif energi reaktan, produk, keadaan transisi, serta perubahan entalpi. Konsep ini berada dalam jejaring pengetahuan, bukan unit hafalan yang berdiri sendiri. Prasyarat yang rapuh akan membuat peserta didik menggunakan aturan permukaan sebagai pengganti penalaran. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa tinggi kurva dianggap lintasan fisik partikel dan puncak kurva disamakan dengan entalpi reaksi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti profil energi reaksi satu tahap dan multistep dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi E_a , ΔH , koordinat reaksi. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

13.8.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan

Remediasi untuk diagram tingkat energi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus

menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam pembelajaran kimia SMA, diagram tingkat energi dipahami sebagai representasi relatif energi reaktan, produk, keadaan transisi, serta perubahan entalpi. Fenomena makroskopik berfungsi sebagai sumber bukti, tetapi tidak dengan sendirinya menjelaskan mekanisme. Pengamatan harus dipisahkan dari inferensi agar peserta didik tidak menganggap kesan inderawi sebagai definisi ilmiah. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa tinggi kurva dianggap lintasan fisik partikel dan puncak kurva disamakan dengan entalpi reaksi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti profil energi reaksi satu tahap dan multistep dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi E_a , ΔH , koordinat reaksi. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi energi aktivasi, keadaan transisi, dan skala relatif. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

13.8.4 Model Submikroskopik

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa tinggi kurva dianggap lintasan fisik partikel dan puncak kurva disamakan dengan entalpi reaksi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti profil energi reaksi satu tahap dan multistep dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi E_a , ΔH , koordinat reaksi. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi energi aktivasi, keadaan transisi, dan skala relatif. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk diagram tingkat energi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dari sudut pandang pedagogical content knowledge, diagram tingkat energi dipahami sebagai representasi relatif energi reaktan, produk, keadaan transisi, serta perubahan entalpi. Model

submikroskopik menjelaskan perilaku partikel, interaksi, distribusi, dan perubahan yang tidak tampak langsung. Model harus disebut sebagai representasi dengan asumsi dan keterbatasan, bukan foto literal realitas. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

13.8.5 Bahasa Simbolik dan Matematis

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk diagram tingkat energi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat makroskopik, diagram tingkat energi dipahami sebagai representasi relatif energi reaktan, produk, keadaan transisi, serta perubahan entalpi. Simbol dan persamaan memadatkan hubungan kuantitatif, tetapi setiap tanda harus dihubungkan dengan makna fisisnya. Manipulasi aljabar tanpa interpretasi satuan, tanda, dan kondisi mudah menghasilkan jawaban benar secara kebetulan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa tinggi kurva dianggap lintasan fisik partikel dan puncak kurva disamakan dengan entalpi reaksi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti profil energi reaksi satu tahap dan multistep dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model

partikel dan kemudian ke representasi E_a , ΔH , koordinat reaksi. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi energi aktivasi, keadaan transisi, dan skala relatif. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

13.8.6 Koordinasi Antarrepresentasi

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat submikroskopik, diagram tingkat energi dipahami sebagai representasi relatif energi reaktan, produk, keadaan transisi, serta perubahan entalpi. Pemahaman matang tampak ketika peserta didik dapat berpindah konsisten antara fenomena, partikel, simbol, grafik, dan bahasa verbal. Ketidakselarasan antarrepresentasi merupakan indikator penting adanya pengetahuan yang terfragmentasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa tinggi kurva dianggap lintasan fisik partikel dan puncak kurva disamakan dengan entalpi reaksi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti profil energi reaksi satu tahap dan multistep dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi E_a , ΔH , koordinat reaksi. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi energi aktivasi, keadaan transisi, dan skala relatif. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh

Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk diagram tingkat energi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

13.8.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas

Konteks seperti profil energi reaksi satu tahap dan multistep dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi E_a , ΔH , koordinat reaksi. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi energi aktivasi, keadaan transisi, dan skala relatif. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk diagram tingkat energi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam representasi simbolik, diagram tingkat energi dipahami sebagai representasi relatif energi reaktan, produk, keadaan transisi, serta perubahan entalpi. Contoh positif perlu dipasangkan dengan noncontoh dan kasus batas supaya kategori tidak dibangun dari satu ciri dangkal. Kasus batas menuntut peserta didik menjelaskan alasan, kondisi, dan tingkat idealisasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa tinggi kurva dianggap lintasan fisik partikel dan puncak kurva disamakan dengan entalpi reaksi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

13.8.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk diagram tingkat energi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara diagnostik, diagram tingkat energi dipahami sebagai representasi relatif energi reaktan, produk, keadaan transisi, serta perubahan entalpi. Miskonsepsi inti biasanya masuk akal dari sudut pengalaman awal sehingga tidak efektif hanya diberi label salah. Guru perlu menemukan aturan intuitif yang digunakan dan menunjukkan di mana aturan itu gagal. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa tinggi kurva dianggap lintasan fisik partikel dan puncak kurva disamakan dengan entalpi reaksi. Anggapan tersebut dapat

bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti profil energi reaksi satu tahap dan multistep dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi E_a , ΔH , koordinat reaksi. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi energi aktivasi, keadaan transisi, dan skala relatif. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

13.8.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif

Secara epistemologis, diagram tingkat energi dipahami sebagai representasi relatif energi reaktan, produk, keadaan transisi, serta perubahan entalpi. Satu jawaban salah dapat muncul dari beberapa pola penalaran alternatif yang berbeda. Variasi respons perlu dipetakan berdasarkan alasan, representasi, dan tingkat keyakinan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa tinggi kurva dianggap lintasan fisik partikel dan puncak kurva disamakan dengan entalpi reaksi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti profil energi reaksi satu tahap dan multistep dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi E_a , ΔH , koordinat reaksi. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi energi aktivasi, keadaan transisi, dan skala relatif. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk diagram tingkat energi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

13.8.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi energi aktivasi, keadaan transisi, dan skala relatif. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan

beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk diagram tingkat energi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam konteks laboratorium, diagram tingkat energi dipahami sebagai representasi relatif energi reaktan, produk, keadaan transisi, serta perubahan entalpi. Bahasa sehari-hari sering menggunakan kata yang sama dengan makna berbeda dari terminologi ilmiah. Peralihan register bahasa harus diajarkan eksplisit agar istilah familiar tidak membawa asumsi yang keliru. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa tinggi kurva dianggap lintasan fisik partikel dan puncak kurva disamakan dengan entalpi reaksi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti profil energi reaksi satu tahap dan multistep dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi E_a , ΔH , koordinat reaksi. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

13.8.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi

Remediasi untuk diagram tingkat energi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Ketika peserta didik memecahkan soal, diagram tingkat energi dipahami sebagai representasi relatif energi reaktan, produk, keadaan transisi, serta perubahan entalpi. Gambar dan analogi dapat membantu sekaligus menyesatkan bila fitur pemetaan dan batasnya tidak dijelaskan. Peserta didik perlu diminta menyebut bagian analogi yang sesuai dan yang tidak sesuai. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa tinggi kurva dianggap lintasan fisik partikel dan puncak kurva disamakan dengan entalpi reaksi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti profil energi reaksi satu tahap dan multistep dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi E_a , ΔH , koordinat reaksi. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi energi aktivasi, keadaan transisi, dan skala relatif. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

13.8.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa tinggi kurva dianggap lintasan fisik partikel dan puncak kurva disamakan dengan entalpi reaksi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti profil energi reaksi satu tahap dan multistep dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi E_a , ΔH , koordinat reaksi. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi energi aktivasi, keadaan transisi, dan skala relatif. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk diagram tingkat energi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Untuk mencegah hafalan tanpa makna, diagram tingkat energi dipahami sebagai representasi relatif energi reaktan, produk, keadaan transisi, serta perubahan entalpi. Urutan buku teks, penyederhanaan guru, dan latihan algoritmik dapat memperkuat miskonsepsi secara tidak sengaja. Audit representasi dan bahasa pengajaran diperlukan sebelum menyalahkan peserta didik. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

13.8.13 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan

tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk diagram tingkat energi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam pembelajaran kimia SMA, diagram tingkat energi dipahami sebagai representasi relatif energi reaktan, produk, keadaan transisi, serta perubahan entalpi. Pertanyaan terbuka harus memancing prediksi, alasan, bukti, dan penjelasan mekanistik. Respons tertulis sebaiknya ditindaklanjuti dengan pertanyaan klarifikasi singkat. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa tinggi kurva dianggap lintasan fisik partikel dan puncak kurva disamakan dengan entalpi reaksi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti profil energi reaksi satu tahap dan multistep dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi E_a , ΔH , koordinat reaksi. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi energi aktivasi, keadaan transisi, dan skala relatif. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

13.8.14 *Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan*

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dari sudut pandang pedagogical content knowledge, diagram tingkat energi dipahami sebagai representasi relatif energi reaktan, produk, keadaan transisi, serta perubahan entalpi. Tes bertingkat memisahkan pilihan jawaban, alasan, dan keyakinan sehingga tebakan dapat dibedakan dari pemahaman. Distraktor harus berasal dari pola konsepsi yang benar-benar ditemukan dalam wawancara atau literatur. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa tinggi kurva dianggap lintasan fisik partikel dan puncak kurva disamakan dengan entalpi reaksi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti profil energi reaksi satu tahap dan multistep dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi E_a , ΔH , koordinat reaksi. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi energi aktivasi, keadaan transisi, dan skala relatif. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk diagram tingkat energi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

13.8.15 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain

Konteks seperti profil energi reaksi satu tahap dan multilangkah dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi E_a , ΔH , koordinat reaksi. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi energi aktivasi, keadaan transisi, dan skala relatif. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk diagram tingkat energi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat makroskopik, diagram tingkat energi dipahami sebagai representasi relatif energi reaktan, produk, keadaan transisi, serta perubahan entalpi. Tugas menggambar dan Predict-Observe-Explain mengungkap hubungan antara model mental dan fenomena. Perbedaan

prediksi dan observasi tidak otomatis mengubah konsep tanpa fase penjelasan dan rekonsiliasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa tinggi kurva dianggap lintasan fisik partikel dan puncak kurva disamakan dengan entalpi reaksi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

13.8.16 Analisis Respons dan Peta Bukti

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk diagram tingkat energi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat submikroskopik, diagram tingkat energi dipahami sebagai representasi relatif energi reaktan, produk, keadaan transisi, serta perubahan entalpi. Analisis respons perlu menggunakan peta bukti, bukan keputusan berdasarkan satu butir. Konsistensi lintas konteks, representasi, dan waktu menentukan kuat-lemahnya klaim diagnostik. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa tinggi kurva dianggap lintasan fisik partikel dan puncak kurva disamakan dengan entalpi reaksi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti profil energi reaksi satu tahap dan multistep dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi E_a , ΔH , koordinat reaksi. Hubungan ini tidak bersifat

otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi energi aktivasi, keadaan transisi, dan skala relatif. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

13.8.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah

Dalam representasi simbolik, diagram tingkat energi dipahami sebagai representasi relatif energi reaktan, produk, keadaan transisi, serta perubahan entalpi. Konflik kognitif efektif bila anomali dipahami, relevan, dan diikuti model alternatif yang lebih produktif. Kejutan tanpa dukungan dapat membuat peserta didik mengabaikan data atau menghafal pengecualian. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa tinggi kurva dianggap lintasan fisik partikel dan puncak kurva disamakan dengan entalpi reaksi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti profil energi reaksi satu tahap dan multistep dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi E_a , ΔH , koordinat reaksi. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi energi aktivasi, keadaan transisi, dan skala relatif. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini

konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk diagram tingkat energi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

13.8.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi energi aktivasi, keadaan transisi, dan skala relatif. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk diagram tingkat energi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara diagnostik, diagram tingkat energi dipahami sebagai representasi relatif energi reaktan, produk, keadaan transisi, serta perubahan entalpi. Representasi majemuk harus dikoordinasikan, bukan sekadar ditampilkan berdampingan. Prompt penghubung perlu menanyakan apa yang tetap, berubah, dan diwakili pada setiap bentuk. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa tinggi kurva dianggap lintasan fisik partikel dan puncak kurva disamakan dengan entalpi reaksi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti profil energi reaksi satu tahap dan multistep dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi E_a , ΔH , koordinat reaksi. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

13.8.19 Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif

Remediasi untuk diagram tingkat energi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara epistemologis, diagram tingkat energi dipahami sebagai representasi relatif energi reaktan, produk, keadaan transisi, serta perubahan entalpi. Praktikum, simulasi, dan argumentasi memberi ruang untuk menguji klaim dengan data. Kegiatan harus dirancang agar variabel, prediksi, ketidakpastian, dan batas model dibahas secara eksplisit. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa tinggi kurva dianggap lintasan fisik partikel dan puncak kurva disamakan dengan entalpi reaksi. Anggapan tersebut dapat

bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti profil energi reaksi satu tahap dan multistep dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi E_a , ΔH , koordinat reaksi. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi energi aktivasi, keadaan transisi, dan skala relatif. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

13.8.20 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa tinggi kurva dianggap lintasan fisik partikel dan puncak kurva disamakan dengan entalpi reaksi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti profil energi reaksi satu tahap dan multistep dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi E_a , ΔH , koordinat reaksi. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi energi aktivasi, keadaan transisi, dan skala relatif. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga

pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk diagram tingkat energi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam konteks laboratorium, diagram tingkat energi dipahami sebagai representasi relatif energi reaktan, produk, keadaan transisi, serta perubahan entalpi. Perubahan konseptual dinilai melalui transfer ke masalah baru dan retensi setelah jeda waktu. Tindak lanjut harus membedakan penguasaan prosedur dari kemampuan menjelaskan dan mengevaluasi bukti. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Ringkasan Diagnostik 13.8

- Konsep sasaran: representasi relatif energi reaktan, produk, keadaan transisi, serta perubahan entalpi.
- Miskonsepsi prioritas: tinggi kurva dianggap lintasan fisik partikel dan puncak kurva disamakan dengan entalpi reaksi.
- Representasi minimum: fenomena profil energi reaksi satu tahap dan multistep, model partikel, dan simbol E_a , ΔH , koordinat reaksi.
- Bukti minimum: satu pertanyaan terbuka, satu butir bertingkat, satu tugas representasi, dan satu konteks transfer.

- Keputusan pedagogis: remediasi didasarkan pada pola alasan dan keyakinan, bukan pada skor tunggal.

13.9 Persamaan Termokimia

Subbab ini memusatkan perhatian pada persamaan termokimia sebagai bagian dari jejaring konsep bab. Tujuannya adalah membangun definisi yang presisi, mengidentifikasi batas penerapan, mengungkap pola miskonsepsi, dan menyediakan perangkat diagnosis serta remediasi yang dapat diterapkan di kelas XI.

13.9.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa ΔH dianggap tidak berubah ketika persamaan dibalik atau koefisien dikalikan. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti pembentukan dan pembakaran standar dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi ΔH°_r , ΔH°_f . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi stoikiometri dan fungsi keadaan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk persamaan termokimia perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus

menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Untuk mencegah hafalan tanpa makna, persamaan termokimia dipahami sebagai persamaan reaksi yang memuat keadaan zat, koefisien stoikiometri, kondisi, dan nilai perubahan entalpi. Penjelasan harus dimulai dari definisi yang dapat dioperasionalkan dalam pengamatan, perhitungan, dan komunikasi ilmiah. Batas konsep perlu dinyatakan agar istilah yang berdekatan tidak saling dipertukarkan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

13.9.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk persamaan termokimia perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam pembelajaran kimia SMA, persamaan termokimia dipahami sebagai persamaan reaksi yang memuat keadaan zat, koefisien stoikiometri, kondisi, dan nilai perubahan entalpi. Konsep ini berada dalam jejaring pengetahuan, bukan unit hafalan yang berdiri sendiri. Prasyarat yang rapuh akan membuat peserta didik menggunakan aturan permukaan sebagai pengganti penalaran. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa ΔH dianggap tidak berubah ketika persamaan dibalik atau koefisien dikalikan. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti pembentukan dan pembakaran standar dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi ΔH°_r , ΔH°_f . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi stoikiometri dan fungsi keadaan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

13.9.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dari sudut pandang pedagogical content knowledge, persamaan termokimia dipahami sebagai persamaan reaksi yang memuat keadaan zat, koefisien stoikiometri, kondisi, dan nilai perubahan entalpi. Fenomena makroskopik berfungsi sebagai sumber bukti, tetapi tidak dengan sendirinya menjelaskan mekanisme. Pengamatan harus dipisahkan dari inferensi agar peserta didik tidak menganggap kesan inderawi sebagai definisi ilmiah. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa ΔH dianggap tidak berubah ketika persamaan dibalik atau koefisien dikalikan. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti pembentukan dan pembakaran standar dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi ΔH°_r , ΔH°_f . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi stoikiometri dan fungsi keadaan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat

untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk persamaan termokimia perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

13.9.4 Model Submikroskopik

Konteks seperti pembentukan dan pembakaran standar dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi ΔH°_r , ΔH°_f . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi stoikiometri dan fungsi keadaan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya,

jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk persamaan termokimia perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat makroskopik, persamaan termokimia dipahami sebagai persamaan reaksi yang memuat keadaan zat, koefisien stoikiometri, kondisi, dan nilai perubahan entalpi. Model submikroskopik menjelaskan perilaku partikel, interaksi, distribusi, dan perubahan yang tidak tampak langsung. Model harus disebut sebagai representasi dengan asumsi dan keterbatasan, bukan foto literal realitas. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa ΔH dianggap tidak berubah ketika persamaan dibalik atau koefisien dikalikan. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

13.9.5 Bahasa Simbolik dan Matematis

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk persamaan termokimia perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat submikroskopik, persamaan termokimia dipahami sebagai persamaan reaksi yang memuat keadaan zat, koefisien stoikiometri, kondisi, dan nilai perubahan entalpi. Simbol dan

persamaan memadatkan hubungan kuantitatif, tetapi setiap tanda harus dihubungkan dengan makna fisisnya. Manipulasi aljabar tanpa interpretasi satuan, tanda, dan kondisi mudah menghasilkan jawaban benar secara kebetulan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa ΔH dianggap tidak berubah ketika persamaan dibalik atau koefisien dikalikan. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti pembentukan dan pembakaran standar dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi ΔH°_r , ΔH°_f . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi stoikiometri dan fungsi keadaan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

13.9.6 Koordinasi Antarrepresentasi

Dalam representasi simbolik, persamaan termokimia dipahami sebagai persamaan reaksi yang memuat keadaan zat, koefisien stoikiometri, kondisi, dan nilai perubahan entalpi. Pemahaman matang tampak ketika peserta didik dapat berpindah konsisten antara fenomena, partikel, simbol, grafik, dan bahasa verbal. Ketidakselarasan antarrepresentasi merupakan indikator penting adanya pengetahuan yang terfragmentasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa ΔH dianggap tidak berubah ketika persamaan dibalik atau koefisien dikalikan. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti pembentukan dan pembakaran standar dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi ΔH°_r , ΔH°_f . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi stoikiometri dan fungsi keadaan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk persamaan termokimia perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

13.9.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi stoikiometri dan fungsi keadaan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini

konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk persamaan termokimia perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara diagnostik, persamaan termokimia dipahami sebagai persamaan reaksi yang memuat keadaan zat, koefisien stoikiometri, kondisi, dan nilai perubahan entalpi. Contoh positif perlu dipasangkan dengan noncontoh dan kasus batas supaya kategori tidak dibangun dari satu ciri dangkal. Kasus batas menuntut peserta didik menjelaskan alasan, kondisi, dan tingkat idealisasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa ΔH dianggap tidak berubah ketika persamaan dibalik atau koefisien dikalikan. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti pembentukan dan pembakaran standar dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi ΔH°_r , ΔH°_f . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

13.9.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul

Remediasi untuk persamaan termokimia perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara epistemologis, persamaan termokimia dipahami sebagai persamaan reaksi yang memuat keadaan zat, koefisien stoikiometri, kondisi, dan nilai perubahan entalpi. Miskonsepsi ini biasanya masuk akal dari sudut pengalaman awal sehingga tidak efektif hanya diberi label salah. Guru perlu menemukan aturan intuitif yang digunakan dan menunjukkan di mana aturan itu gagal. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa ΔH dianggap tidak berubah ketika persamaan dibalik atau koefisien dikalikan. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti pembentukan dan pembakaran standar dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi ΔH°_r , ΔH°_f . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi stoikiometri dan fungsi keadaan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

13.9.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa ΔH dianggap tidak berubah ketika persamaan dibalik atau koefisien dikalikan. Anggapan tersebut dapat bertahan karena

memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti pembentukan dan pembakaran standar dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi ΔH°_r , ΔH°_f . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi stoikiometri dan fungsi keadaan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk persamaan termokimia perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam konteks laboratorium, persamaan termokimia dipahami sebagai persamaan reaksi yang memuat keadaan zat, koefisien stoikiometri, kondisi, dan nilai perubahan entalpi. Satu jawaban salah dapat muncul dari beberapa pola penalaran alternatif yang berbeda. Variasi respons perlu dipetakan berdasarkan alasan, representasi, dan tingkat keyakinan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

13.9.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk persamaan termokimia perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Ketika peserta didik memecahkan soal, persamaan termokimia dipahami sebagai persamaan reaksi yang memuat keadaan zat, koefisien stoikiometri, kondisi, dan nilai perubahan entalpi. Bahasa sehari-hari sering menggunakan kata yang sama dengan makna berbeda dari terminologi ilmiah. Peralihan register bahasa harus diajarkan eksplisit agar istilah familiar tidak membawa asumsi yang keliru. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa ΔH dianggap tidak berubah ketika persamaan dibalik atau koefisien dikalikan. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti pembentukan dan pembakaran standar dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi ΔH°_r , ΔH°_f . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi stoikiometri dan fungsi keadaan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat

untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

13.9.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Untuk mencegah hafalan tanpa makna, persamaan termokimia dipahami sebagai persamaan reaksi yang memuat keadaan zat, koefisien stoikiometri, kondisi, dan nilai perubahan entalpi. Gambar dan analogi dapat membantu sekaligus menyedatkan bila fitur pemetaan dan batasnya tidak dijelaskan. Peserta didik perlu diminta menyebut bagian analogi yang sesuai dan yang tidak sesuai. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa ΔH dianggap tidak berubah ketika persamaan dibalik atau koefisien dikalikan. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti pembentukan dan pembakaran standar dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi ΔH°_r , ΔH°_f . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi stoikiometri dan fungsi keadaan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya,

jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk persamaan termokimia perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

13.9.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran

Konteks seperti pembentukan dan pembakaran standar dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi ΔH°_r , ΔH°_f . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi stoikiometri dan fungsi keadaan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk persamaan termokimia perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam pembelajaran kimia SMA, persamaan termokimia dipahami sebagai persamaan reaksi yang memuat keadaan zat, koefisien stoikiometri, kondisi, dan nilai perubahan entalpi. Urutan buku teks, penyederhanaan guru, dan latihan algoritmik dapat memperkuat miskonsepsi secara tidak sengaja. Audit representasi dan bahasa pengajaran diperlukan sebelum menyalahkan peserta didik. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa ΔH dianggap tidak berubah ketika persamaan dibalik atau koefisien dikalikan. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

13.9.13 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk persamaan termokimia perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dari sudut pandang pedagogical content knowledge, persamaan termokimia dipahami sebagai persamaan reaksi yang memuat keadaan zat, koefisien stoikiometri, kondisi, dan nilai perubahan entalpi. Pertanyaan terbuka harus memancing prediksi, alasan, bukti, dan penjelasan mekanistik. Respons tertulis sebaiknya ditindaklanjuti dengan pertanyaan klarifikasi singkat. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa ΔH dianggap tidak berubah ketika persamaan dibalik atau koefisien dikalikan. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti pembentukan dan pembakaran standar dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan

kemudian ke representasi ΔH°_r , ΔH°_f . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi stoikiometri dan fungsi keadaan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

13.9.14 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan

Pada tingkat makroskopik, persamaan termokimia dipahami sebagai persamaan reaksi yang memuat keadaan zat, koefisien stoikiometri, kondisi, dan nilai perubahan entalpi. Tes bertingkat memisahkan pilihan jawaban, alasan, dan keyakinan sehingga tebakan dapat dibedakan dari pemahaman. Distraktor harus berasal dari pola konsepsi yang benar-benar ditemukan dalam wawancara atau literatur. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa ΔH dianggap tidak berubah ketika persamaan dibalik atau koefisien dikalikan. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti pembentukan dan pembakaran standar dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi ΔH°_r , ΔH°_f . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi stoikiometri dan fungsi keadaan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini

konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk persamaan termokimia perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

13.9.15 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi stoikiometri dan fungsi keadaan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk persamaan termokimia perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat submikroskopik, persamaan termokimia dipahami sebagai persamaan reaksi yang memuat keadaan zat, koefisien stoikiometri, kondisi, dan nilai perubahan entalpi. Tugas menggambar dan Predict-Observe-Explain mengungkap hubungan antara model mental dan fenomena. Perbedaan prediksi dan observasi tidak otomatis mengubah konsep tanpa fase penjelasan dan rekonsiliasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa ΔH dianggap tidak berubah ketika persamaan dibalik atau koefisien dikalikan. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti pembentukan dan pembakaran standar dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi ΔH°_r , ΔH°_f . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

13.9.16 Analisis Respons dan Peta Bukti

Remediasi untuk persamaan termokimia perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam representasi simbolik, persamaan termokimia dipahami sebagai persamaan reaksi yang memuat keadaan zat, koefisien stoikiometri, kondisi, dan nilai perubahan entalpi. Analisis respons perlu menggunakan peta bukti, bukan keputusan berdasarkan satu butir. Konsistensi lintas konteks, representasi, dan waktu menentukan kuat-lemahnya klaim diagnostik. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa ΔH dianggap tidak berubah ketika persamaan dibalik atau koefisien dikalikan. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau

bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti pembentukan dan pembakaran standar dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi ΔH°_r , ΔH°_f . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi stoikiometri dan fungsi keadaan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

13.9.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa ΔH dianggap tidak berubah ketika persamaan dibalik atau koefisien dikalikan. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti pembentukan dan pembakaran standar dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi ΔH°_r , ΔH°_f . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi stoikiometri dan fungsi keadaan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk persamaan termokimia perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara diagnostik, persamaan termokimia dipahami sebagai persamaan reaksi yang memuat keadaan zat, koefisien stoikiometri, kondisi, dan nilai perubahan entalpi. Konflik kognitif efektif bila anomali dipahami, relevan, dan diikuti model alternatif yang lebih produktif. Kejutan tanpa dukungan dapat membuat peserta didik mengabaikan data atau menghafal pengecualian. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

13.9.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk persamaan termokimia perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara epistemologis, persamaan termokimia dipahami sebagai persamaan reaksi yang memuat keadaan zat, koefisien stoikiometri, kondisi, dan nilai perubahan entalpi. Representasi majemuk harus dikoordinasikan, bukan sekadar ditampilkan berdampingan. Prompt penghubung perlu menanyakan apa yang tetap, berubah, dan diwakili pada setiap bentuk. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa ΔH dianggap tidak berubah ketika persamaan dibalik atau koefisien dikalikan. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti pembentukan dan pembakaran standar dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi ΔH°_r , ΔH°_f . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi stoikiometri dan fungsi keadaan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

13.9.19 Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam konteks laboratorium, persamaan termokimia dipahami sebagai persamaan reaksi yang memuat keadaan zat, koefisien stoikiometri, kondisi, dan nilai perubahan entalpi. Praktikum, simulasi, dan argumentasi memberi ruang untuk menguji klaim dengan data. Kegiatan harus dirancang agar variabel, prediksi, ketidakpastian, dan batas model dibahas secara eksplisit.

Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa ΔH dianggap tidak berubah ketika persamaan dibalik atau koefisien dikalikan. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti pembentukan dan pembakaran standar dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi ΔH°_r , ΔH°_f . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi stoikiometri dan fungsi keadaan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk persamaan termokimia perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

13.9.20 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut

Konteks seperti pembentukan dan pembakaran standar dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi ΔH°_r , ΔH°_f . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi stoikiometri dan fungsi keadaan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk persamaan termokimia perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Ketika peserta didik memecahkan soal, persamaan termokimia dipahami sebagai persamaan reaksi yang memuat keadaan zat, koefisien stoikiometri, kondisi, dan nilai perubahan entalpi. Perubahan konseptual dinilai melalui transfer ke masalah baru dan retensi setelah jeda waktu. Tindak lanjut harus membedakan penguasaan prosedur dari kemampuan menjelaskan dan mengevaluasi bukti. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa ΔH dianggap tidak berubah ketika persamaan dibalik atau koefisien dikalikan. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Ringkasan Diagnostik 13.9

- Konsep sasaran: persamaan reaksi yang memuat keadaan zat, koefisien stoikiometri, kondisi, dan nilai perubahan entalpi.

- Miskonsepsi prioritas: ΔH dianggap tidak berubah ketika persamaan dibalik atau koefisien dikalikan.
- Representasi minimum: fenomena pembentukan dan pembakaran standar, model partikel, dan simbol ΔH°_r , ΔH°_f .
- Bukti minimum: satu pertanyaan terbuka, satu butir bertingkat, satu tugas representasi, dan satu konteks transfer.
- Keputusan pedagogis: remediasi didasarkan pada pola alasan dan keyakinan, bukan pada skor tunggal.

13.10 Kalorimetri

Subbab ini memusatkan perhatian pada kalorimetri sebagai bagian dari jejaring konsep bab. Tujuannya adalah membangun definisi yang presisi, mengidentifikasi batas penerapan, mengungkap pola miskonsepsi, dan menyediakan perangkat diagnosis serta remediasi yang dapat diterapkan di kelas XI.

13.10.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep

Konteks seperti kalorimeter cangkir kopi dan bom dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $q_{\text{cal}} = C_{\text{cal}} \Delta T$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi kalor, kapasitas kalor, dan neraca energi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk kalorimetri perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya

jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam pembelajaran kimia SMA, kalorimetri dipahami sebagai pengukuran perubahan kalor melalui perubahan suhu komponen kalorimeter dan penerapan neraca energi. Penjelasan harus dimulai dari definisi yang dapat dioperasionalkan dalam pengamatan, perhitungan, dan komunikasi ilmiah. Batas konsep perlu dinyatakan agar istilah yang berdekatan tidak saling dipertukarkan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa kalorimeter dianggap mengukur entalpi secara langsung tanpa koreksi kapasitas alat dan kehilangan kalor. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

13.10.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk kalorimetri perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dari sudut pandang pedagogical content knowledge, kalorimetri dipahami sebagai pengukuran perubahan kalor melalui perubahan suhu komponen kalorimeter dan penerapan neraca energi. Konsep ini berada dalam jejaring pengetahuan, bukan unit hafalan yang berdiri sendiri. Prasyarat yang rapuh akan membuat peserta didik menggunakan aturan permukaan sebagai pengganti penalaran. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa kalorimeter dianggap mengukur entalpi secara langsung tanpa koreksi kapasitas alat dan kehilangan kalor. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti kalorimeter cangkir kopi dan bom dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $q_{\text{cal}} = C_{\text{cal}}\Delta T$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi kalor, kapasitas kalor, dan neraca energi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

13.10.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan

Pada tingkat makroskopik, kalorimetri dipahami sebagai pengukuran perubahan kalor melalui perubahan suhu komponen kalorimeter dan penerapan neraca energi. Fenomena makroskopik berfungsi sebagai sumber bukti, tetapi tidak dengan sendirinya menjelaskan mekanisme. Pengamatan harus dipisahkan dari inferensi agar peserta didik tidak menganggap kesan inderawi sebagai definisi ilmiah. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa kalorimeter dianggap mengukur entalpi secara langsung tanpa koreksi kapasitas alat dan kehilangan kalor. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti kalorimeter cangkir kopi dan bom dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $q_{\text{cal}} = C_{\text{cal}}\Delta T$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi kalor, kapasitas kalor, dan neraca energi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk kalorimetri perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

13.10.4 Model Submikroskopik

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi kalor, kapasitas kalor, dan neraca energi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan

beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk kalorimetri perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat submikroskopik, kalorimetri dipahami sebagai pengukuran perubahan kalor melalui perubahan suhu komponen kalorimeter dan penerapan neraca energi. Model submikroskopik menjelaskan perilaku partikel, interaksi, distribusi, dan perubahan yang tidak tampak langsung. Model harus disebut sebagai representasi dengan asumsi dan keterbatasan, bukan foto literal realitas. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa kalorimeter dianggap mengukur entalpi secara langsung tanpa koreksi kapasitas alat dan kehilangan kalor. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti kalorimeter cangkir kopi dan bom dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $q_{\text{cal}} = C_{\text{cal}} \Delta T$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

13.10.5 Bahasa Simbolik dan Matematis

Remediasi untuk kalorimetri perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam representasi simbolik, kalorimetri dipahami sebagai pengukuran perubahan kalor melalui perubahan suhu komponen kalorimeter dan penerapan neraca energi. Simbol dan persamaan memadatkan hubungan kuantitatif, tetapi setiap tanda harus dihubungkan dengan makna fisiknya. Manipulasi aljabar tanpa interpretasi satuan, tanda, dan kondisi mudah menghasilkan jawaban benar secara kebetulan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa kalorimeter dianggap mengukur entalpi secara langsung tanpa koreksi kapasitas alat dan kehilangan kalor. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti kalorimeter cangkir kopi dan bom dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $q_{\text{cal}} = C_{\text{cal}} \Delta T$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi kalor, kapasitas kalor, dan neraca energi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

13.10.6 Koordinasi Antarrepresentasi

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa kalorimeter dianggap mengukur entalpi secara langsung tanpa koreksi kapasitas alat dan kehilangan kalor. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik

menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti kalorimeter cangkir kopi dan bom dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $q_{\text{cal}} = C_{\text{cal}} \Delta T$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi kalor, kapasitas kalor, dan neraca energi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk kalorimetri perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara diagnostik, kalorimetri dipahami sebagai pengukuran perubahan kalor melalui perubahan suhu komponen kalorimeter dan penerapan neraca energi. Pemahaman matang tampak ketika peserta didik dapat berpindah konsisten antara fenomena, partikel, simbol, grafik, dan bahasa verbal. Ketidakselarasan antarrepresentasi merupakan indikator penting adanya pengetahuan yang terfragmentasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

13.10.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk kalorimetri perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara epistemologis, kalorimetri dipahami sebagai pengukuran perubahan kalor melalui perubahan suhu komponen kalorimeter dan penerapan neraca energi. Contoh positif perlu dipasangkan dengan noncontoh dan kasus batas supaya kategori tidak dibangun dari satu ciri dangkal. Kasus batas menuntut peserta didik menjelaskan alasan, kondisi, dan tingkat idealisasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa kalorimeter dianggap mengukur entalpi secara langsung tanpa koreksi kapasitas alat dan kehilangan kalor. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti kalorimeter cangkir kopi dan bom dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $q_{\text{cal}} = C_{\text{cal}} \Delta T$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi kalor, kapasitas kalor, dan neraca energi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

13.10.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam konteks laboratorium, kalorimetri dipahami sebagai pengukuran perubahan kalor melalui perubahan suhu komponen kalorimeter dan penerapan neraca energi. Miskonsepsi inti biasanya masuk akal dari sudut pengalaman awal sehingga tidak efektif hanya diberi label salah. Guru perlu menemukan aturan intuitif yang digunakan dan menunjukkan di mana aturan itu gagal. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa kalorimeter dianggap mengukur entalpi secara langsung tanpa koreksi kapasitas alat dan kehilangan kalor. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti kalorimeter cangkir kopi dan bom dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $q_{\text{cal}} = C_{\text{cal}}\Delta T$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi kalor, kapasitas kalor, dan neraca energi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk kalorimetri perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

13.10.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif

Konteks seperti kalorimeter cangkir kopi dan bom dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $q_{\text{cal}} = C_{\text{cal}} \Delta T$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi kalor, kapasitas kalor, dan neraca energi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk kalorimetri perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai

bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Ketika peserta didik memecahkan soal, kalorimetri dipahami sebagai pengukuran perubahan kalor melalui perubahan suhu komponen kalorimeter dan penerapan neraca energi. Satu jawaban salah dapat muncul dari beberapa pola penalaran alternatif yang berbeda. Variasi respons perlu dipetakan berdasarkan alasan, representasi, dan tingkat keyakinan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa kalorimeter dianggap mengukur entalpi secara langsung tanpa koreksi kapasitas alat dan kehilangan kalor. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

13.10.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk kalorimetri perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Untuk mencegah hafalan tanpa makna, kalorimetri dipahami sebagai pengukuran perubahan kalor melalui perubahan suhu komponen kalorimeter dan penerapan neraca energi. Bahasa sehari-hari sering menggunakan kata yang sama dengan makna berbeda dari terminologi ilmiah. Peralihan register bahasa harus diajarkan eksplisit agar istilah familiar tidak membawa asumsi yang keliru. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa kalorimeter dianggap mengukur entalpi secara langsung tanpa koreksi kapasitas alat dan kehilangan kalor. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik

menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti kalorimeter cangkir kopi dan bom dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $q_{\text{cal}} = C_{\text{cal}}\Delta T$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi kalor, kapasitas kalor, dan neraca energi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

13.10.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi

Dalam pembelajaran kimia SMA, kalorimetri dipahami sebagai pengukuran perubahan kalor melalui perubahan suhu komponen kalorimeter dan penerapan neraca energi. Gambar dan analogi dapat membantu sekaligus menyesatkan bila fitur pemetaan dan batasnya tidak dijelaskan. Peserta didik perlu diminta menyebut bagian analogi yang sesuai dan yang tidak sesuai. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa kalorimeter dianggap mengukur entalpi secara langsung tanpa koreksi kapasitas alat dan kehilangan kalor. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti kalorimeter cangkir kopi dan bom dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $q_{\text{cal}} = C_{\text{cal}}\Delta T$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi kalor, kapasitas kalor, dan neraca energi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya

dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk kalorimetri perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

13.10.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi kalor, kapasitas kalor, dan neraca energi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk kalorimetri perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dari sudut pandang pedagogical content knowledge, kalorimetri dipahami sebagai pengukuran perubahan kalor melalui perubahan suhu komponen kalorimeter dan penerapan neraca energi. Urutan buku teks, penyederhanaan guru, dan latihan algoritmik dapat memperkuat miskonsepsi secara tidak sengaja. Audit representasi dan bahasa pengajaran diperlukan sebelum menyalahkan peserta didik. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa kalorimeter dianggap mengukur entalpi secara langsung tanpa koreksi kapasitas alat dan kehilangan kalor. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti kalorimeter cangkir kopi dan bom dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $q_{\text{cal}} = C_{\text{cal}} \Delta T$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

13.10.13 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka

Remediasi untuk kalorimetri perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat makroskopik, kalorimetri dipahami sebagai pengukuran perubahan kalor melalui perubahan suhu komponen kalorimeter dan penerapan neraca energi. Pertanyaan terbuka harus memancing prediksi, alasan, bukti, dan penjelasan mekanistik. Respons tertulis sebaiknya

ditindaklanjuti dengan pertanyaan klarifikasi singkat. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa kalorimeter dianggap mengukur entalpi secara langsung tanpa koreksi kapasitas alat dan kehilangan kalor. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti kalorimeter cangkir kopi dan bom dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $q_{\text{cal}} = C_{\text{cal}} \Delta T$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi kalor, kapasitas kalor, dan neraca energi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

13.10.14 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa kalorimeter dianggap mengukur entalpi secara langsung tanpa koreksi kapasitas alat dan kehilangan kalor. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti kalorimeter cangkir kopi dan bom dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan

kemudian ke representasi $q_{\text{cal}} = C_{\text{cal}} \Delta T$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi kalor, kapasitas kalor, dan neraca energi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk kalorimetri perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat submikroskopik, kalorimetri dipahami sebagai pengukuran perubahan kalor melalui perubahan suhu komponen kalorimeter dan penerapan neraca energi. Tes bertingkat memisahkan pilihan jawaban, alasan, dan keyakinan sehingga tebakan dapat dibedakan dari pemahaman. Distraktor harus berasal dari pola konsepsi yang benar-benar ditemukan dalam wawancara atau literatur. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

13.10.15 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh

Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk kalorimetri perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam representasi simbolik, kalorimetri dipahami sebagai pengukuran perubahan kalor melalui perubahan suhu komponen kalorimeter dan penerapan neraca energi. Tugas menggambar dan Predict-Observe-Explain mengungkap hubungan antara model mental dan fenomena. Perbedaan prediksi dan observasi tidak otomatis mengubah konsep tanpa fase penjelasan dan rekonsiliasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa kalorimeter dianggap mengukur entalpi secara langsung tanpa koreksi kapasitas alat dan kehilangan kalor. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti kalorimeter cangkir kopi dan bom dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $q_{\text{cal}} = C_{\text{cal}} \Delta T$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi kalor, kapasitas kalor, dan neraca energi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

13.10.16 Analisis Respons dan Peta Bukti

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara diagnostik, kalorimetri dipahami sebagai pengukuran perubahan kalor melalui perubahan suhu komponen kalorimeter dan penerapan neraca energi. Analisis respons perlu menggunakan peta bukti, bukan keputusan berdasarkan satu butir. Konsistensi lintas konteks, representasi, dan waktu menentukan kuat-lemahnya klaim diagnostik. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa kalorimeter dianggap mengukur entalpi secara langsung tanpa koreksi kapasitas alat dan kehilangan kalor. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti kalorimeter cangkir kopi dan bom dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $q_{\text{cal}} = C_{\text{cal}}\Delta T$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi kalor, kapasitas kalor, dan neraca energi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk kalorimetri perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

13.10.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah

Konteks seperti kalorimeter cangkir kopi dan bom dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $q_{\text{cal}} = C_{\text{cal}}\Delta T$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi kalor, kapasitas kalor, dan neraca energi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk kalorimetri perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara epistemologis, kalorimetri dipahami sebagai pengukuran perubahan kalor melalui perubahan suhu komponen kalorimeter dan penerapan neraca energi. Konflik kognitif efektif bila anomali dipahami, relevan, dan diikuti model alternatif yang lebih produktif. Kejutan tanpa

dukungan dapat membuat peserta didik mengabaikan data atau menghafal pengecualian. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa kalorimeter dianggap mengukur entalpi secara langsung tanpa koreksi kapasitas alat dan kehilangan kalor. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

13.10.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk kalorimetri perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam konteks laboratorium, kalorimetri dipahami sebagai pengukuran perubahan kalor melalui perubahan suhu komponen kalorimeter dan penerapan neraca energi. Representasi majemuk harus dikoordinasikan, bukan sekadar ditampilkan berdampingan. Prompt penghubung perlu menanyakan apa yang tetap, berubah, dan diwakili pada setiap bentuk. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa kalorimeter dianggap mengukur entalpi secara langsung tanpa koreksi kapasitas alat dan kehilangan kalor. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti kalorimeter cangkir kopi dan bom dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $q_{\text{cal}} = C_{\text{cal}}\Delta T$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik

perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi kalor, kapasitas kalor, dan neraca energi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

13.10.19 Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif

Ketika peserta didik memecahkan soal, kalorimetri dipahami sebagai pengukuran perubahan kalor melalui perubahan suhu komponen kalorimeter dan penerapan neraca energi. Praktikum, simulasi, dan argumentasi memberi ruang untuk menguji klaim dengan data. Kegiatan harus dirancang agar variabel, prediksi, ketidakpastian, dan batas model dibahas secara eksplisit. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa kalorimeter dianggap mengukur entalpi secara langsung tanpa koreksi kapasitas alat dan kehilangan kalor. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti kalorimeter cangkir kopi dan bom dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $q_{\text{cal}} = C_{\text{cal}}\Delta T$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi kalor, kapasitas kalor, dan neraca energi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini

konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk kalorimetri perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

13.10.20 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi kalor, kapasitas kalor, dan neraca energi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk kalorimetri perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Untuk mencegah hafalan tanpa makna, kalorimetri dipahami sebagai pengukuran perubahan kalor melalui perubahan suhu komponen kalorimeter dan penerapan neraca energi. Perubahan konseptual dinilai melalui transfer ke masalah baru dan retensi setelah jeda waktu. Tindak lanjut harus membedakan penguasaan prosedur dari kemampuan menjelaskan dan mengevaluasi bukti. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa kalorimeter dianggap mengukur entalpi secara langsung tanpa koreksi kapasitas alat dan kehilangan kalor. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti kalorimeter cangkir kopi dan bom dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $q_{\text{cal}} = C_{\text{cal}}\Delta T$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Ringkasan Diagnostik 13.10

- Konsep sasaran: pengukuran perubahan kalor melalui perubahan suhu komponen kalorimeter dan penerapan neraca energi.
- Miskonsepsi prioritas: kalorimeter dianggap mengukur entalpi secara langsung tanpa koreksi kapasitas alat dan kehilangan kalor.
- Representasi minimum: fenomena kalorimeter cangkir kopi dan bom, model partikel, dan simbol $q_{\text{cal}} = C_{\text{cal}}\Delta T$.
- Bukti minimum: satu pertanyaan terbuka, satu butir bertingkat, satu tugas representasi, dan satu konteks transfer.
- Keputusan pedagogis: remediasi didasarkan pada pola alasan dan keyakinan, bukan pada skor tunggal.

13.11 Kapasitas Kalor dan Kalor Jenis

Subbab ini memusatkan perhatian pada kapasitas kalor dan kalor jenis sebagai bagian dari jejaring konsep bab. Tujuannya adalah membangun definisi yang presisi, mengidentifikasi batas penerapan, mengungkap pola miskonsepsi, dan menyediakan perangkat diagnosis serta remediasi yang dapat diterapkan di kelas XI.

13.11.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi massa, suhu, dan sifat intensif-ekstensif. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk kapasitas kalor dan kalor jenis perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dari sudut pandang pedagogical content knowledge, kapasitas kalor dan kalor jenis dipahami sebagai pembedaan kapasitas kalor benda dan kalor jenis sebagai besaran intensif per satuan massa. Penjelasan harus dimulai dari definisi yang dapat dioperasionalkan dalam pengamatan, perhitungan, dan komunikasi ilmiah. Batas konsep perlu dinyatakan agar istilah yang berdekatan tidak saling dipertukarkan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa keduanya dianggap sinonim dan nilainya dianggap tidak dipengaruhi keadaan zat. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti pemanasan air, logam, dan campuran dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan

kemudian ke representasi $C=q/\Delta T$; $c=q/(m\Delta T)$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

13.11.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat

Remediasi untuk kapasitas kalor dan kalor jenis perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat makroskopik, kapasitas kalor dan kalor jenis dipahami sebagai perbedaan kapasitas kalor benda dan kalor jenis sebagai besaran intensif per satuan massa. Konsep ini berada dalam jejaring pengetahuan, bukan unit hafalan yang berdiri sendiri. Prasyarat yang rapuh akan membuat peserta didik menggunakan aturan permukaan sebagai pengganti penalaran. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa keduanya dianggap sinonim dan nilainya dianggap tidak dipengaruhi keadaan zat. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti pemanasan air, logam, dan campuran dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $C=q/\Delta T$; $c=q/(m\Delta T)$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi massa, suhu, dan sifat intensif-ekstensif. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh

Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

13.11.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa keduanya dianggap sinonim dan nilainya dianggap tidak dipengaruhi keadaan zat. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti pemanasan air, logam, dan campuran dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $C=q/\Delta T$; $c=q/(m\Delta T)$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi massa, suhu, dan sifat intensif-ekstensif. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk kapasitas kalor dan kalor jenis perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat submikroskopik, kapasitas kalor dan kalor jenis dipahami sebagai perbedaan kapasitas kalor benda dan kalor jenis sebagai besaran intensif per satuan massa. Fenomena makroskopik berfungsi sebagai sumber bukti, tetapi tidak dengan sendirinya menjelaskan mekanisme. Pengamatan harus dipisahkan dari inferensi agar peserta didik tidak menganggap kesan inderawi sebagai definisi ilmiah. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

13.11.4 Model Submikroskopik

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk kapasitas kalor dan kalor jenis perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam representasi simbolik, kapasitas kalor dan kalor jenis dipahami sebagai perbedaan kapasitas kalor benda dan kalor jenis sebagai besaran intensif per satuan massa. Model submikroskopik menjelaskan perilaku partikel, interaksi, distribusi, dan perubahan yang tidak tampak langsung. Model harus disebut sebagai representasi dengan asumsi dan keterbatasan, bukan foto literal realitas. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa keduanya dianggap sinonim dan nilainya dianggap tidak dipengaruhi keadaan zat. Anggapan tersebut dapat bertahan karena

memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti pemanasan air, logam, dan campuran dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $C=q/\Delta T$; $c=q/(m\Delta T)$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi massa, suhu, dan sifat intensif-ekstensif. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

13.11.5 Bahasa Simbolik dan Matematis

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara diagnostik, kapasitas kalor dan kalor jenis dipahami sebagai pembedaan kapasitas kalor benda dan kalor jenis sebagai besaran intensif per satuan massa. Simbol dan persamaan memadatkan hubungan kuantitatif, tetapi setiap tanda harus dihubungkan dengan makna fisisnya. Manipulasi aljabar tanpa interpretasi satuan, tanda, dan kondisi mudah menghasilkan jawaban benar secara kebetulan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa keduanya dianggap sinonim dan nilainya dianggap tidak dipengaruhi keadaan zat. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti pemanasan air, logam, dan campuran dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $C=q/\Delta T$; $c=q/(m\Delta T)$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi massa, suhu, dan sifat intensif-ekstensif. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk kapasitas kalor dan kalor jenis perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

13.11.6 Koordinasi Antarrepresentasi

Konteks seperti pemanasan air, logam, dan campuran dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $C=q/\Delta T$; $c=q/(m\Delta T)$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi massa, suhu, dan sifat intensif-ekstensif. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk kapasitas kalor dan kalor jenis perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara epistemologis, kapasitas kalor dan kalor jenis dipahami sebagai pembedaan kapasitas kalor benda dan kalor jenis sebagai besaran intensif per satuan massa. Pemahaman matang tampak ketika peserta didik dapat berpindah konsisten antara fenomena, partikel, simbol, grafik, dan bahasa verbal. Ketidakselarasan antarrepresentasi merupakan indikator penting adanya pengetahuan yang terfragmentasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa keduanya dianggap sinonim dan nilainya dianggap tidak dipengaruhi keadaan zat. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

13.11.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk kapasitas kalor dan kalor jenis perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam konteks laboratorium, kapasitas kalor dan kalor jenis dipahami sebagai pembedaan kapasitas kalor benda dan kalor jenis sebagai besaran intensif per satuan massa. Contoh positif perlu dipasangkan dengan noncontoh dan kasus batas supaya kategori tidak dibangun dari satu ciri dangkal. Kasus batas menuntut peserta didik menjelaskan alasan, kondisi, dan tingkat

idealisasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa keduanya dianggap sinonim dan nilainya dianggap tidak dipengaruhi keadaan zat. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti pemanasan air, logam, dan campuran dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $C=q/\Delta T$; $c=q/(m\Delta T)$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi massa, suhu, dan sifat intensif-ekstensif. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

13.11.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul

Ketika peserta didik memecahkan soal, kapasitas kalor dan kalor jenis dipahami sebagai perbedaan kapasitas kalor benda dan kalor jenis sebagai besaran intensif per satuan massa. Miskonsepsi inti biasanya masuk akal dari sudut pengalaman awal sehingga tidak efektif hanya diberi label salah. Guru perlu menemukan aturan intuitif yang digunakan dan menunjukkan di mana aturan itu gagal. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa keduanya dianggap sinonim dan nilainya dianggap tidak dipengaruhi keadaan zat. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti pemanasan air, logam, dan campuran dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $C=q/\Delta T$; $c=q/(m\Delta T)$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta

didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi massa, suhu, dan sifat intensif-ekstensif. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk kapasitas kalor dan kalor jenis perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

13.11.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi massa, suhu, dan sifat intensif-ekstensif. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk kapasitas kalor dan kalor jenis perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Untuk mencegah hafalan tanpa makna, kapasitas kalor dan kalor jenis dipahami sebagai perbedaan kapasitas kalor benda dan kalor jenis sebagai besaran intensif per satuan massa. Satu jawaban salah dapat muncul dari beberapa pola penalaran alternatif yang berbeda. Variasi respons perlu dipetakan berdasarkan alasan, representasi, dan tingkat keyakinan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa keduanya dianggap sinonim dan nilainya dianggap tidak dipengaruhi keadaan zat. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti pemanasan air, logam, dan campuran dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $C=q/\Delta T$; $c=q/(m\Delta T)$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

13.11.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari

Remediasi untuk kapasitas kalor dan kalor jenis perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai

bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam pembelajaran kimia SMA, kapasitas kalor dan kalor jenis dipahami sebagai perbedaan kapasitas kalor benda dan kalor jenis sebagai besaran intensif per satuan massa. Bahasa sehari-hari sering menggunakan kata yang sama dengan makna berbeda dari terminologi ilmiah. Peralihan register bahasa harus diajarkan eksplisit agar istilah familiar tidak membawa asumsi yang keliru. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa keduanya dianggap sinonim dan nilainya dianggap tidak dipengaruhi keadaan zat. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti pemanasan air, logam, dan campuran dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $C=q/\Delta T$; $c=q/(m\Delta T)$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi massa, suhu, dan sifat intensif-ekstensif. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

13.11.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa keduanya dianggap sinonim dan nilainya dianggap tidak dipengaruhi keadaan zat. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau

bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti pemanasan air, logam, dan campuran dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $C=q/\Delta T$; $c=q/(m\Delta T)$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi massa, suhu, dan sifat intensif-ekstensif. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk kapasitas kalor dan kalor jenis perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dari sudut pandang pedagogical content knowledge, kapasitas kalor dan kalor jenis dipahami sebagai pembedaan kapasitas kalor benda dan kalor jenis sebagai besaran intensif per satuan massa. Gambar dan analogi dapat membantu sekaligus menyesatkan bila fitur pemetaan dan batasnya tidak dijelaskan. Peserta didik perlu diminta menyebut bagian analogi yang sesuai dan yang tidak sesuai. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

13.11.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk kapasitas kalor dan kalor jenis perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat makroskopik, kapasitas kalor dan kalor jenis dipahami sebagai perbedaan kapasitas kalor benda dan kalor jenis sebagai besaran intensif per satuan massa. Urutan buku teks, penyederhanaan guru, dan latihan algoritmik dapat memperkuat miskonsepsi secara tidak sengaja. Audit representasi dan bahasa pengajaran diperlukan sebelum menyalahkan peserta didik. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa keduanya dianggap sinonim dan nilainya dianggap tidak dipengaruhi keadaan zat. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti pemanasan air, logam, dan campuran dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $C=q/\Delta T$; $c=q/(m\Delta T)$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi massa, suhu, dan sifat intensif-ekstensif. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga

pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

13.11.13 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat submikroskopik, kapasitas kalor dan kalor jenis dipahami sebagai perbedaan kapasitas kalor benda dan kalor jenis sebagai besaran intensif per satuan massa. Pertanyaan terbuka harus memancing prediksi, alasan, bukti, dan penjelasan mekanistik. Respons tertulis sebaiknya ditindaklanjuti dengan pertanyaan klarifikasi singkat. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa keduanya dianggap sinonim dan nilainya dianggap tidak dipengaruhi keadaan zat. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti pemanasan air, logam, dan campuran dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $C=q/\Delta T$; $c=q/(m\Delta T)$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi massa, suhu, dan sifat intensif-ekstensif. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya,

jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk kapasitas kalor dan kalor jenis perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

13.11.14 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan

Konteks seperti pemanasan air, logam, dan campuran dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $C=q/\Delta T$; $c=q/(m\Delta T)$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi massa, suhu, dan sifat intensif-ekstensif. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk kapasitas kalor dan kalor jenis perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam representasi simbolik, kapasitas kalor dan kalor jenis dipahami sebagai perbedaan kapasitas kalor benda dan kalor jenis sebagai besaran intensif per satuan massa. Tes bertingkat memisahkan pilihan jawaban, alasan, dan keyakinan sehingga tebakan dapat dibedakan dari pemahaman. Distraktor harus berasal dari pola konsepsi yang benar-benar ditemukan dalam wawancara atau literatur. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa keduanya dianggap sinonim dan nilainya dianggap tidak dipengaruhi keadaan zat. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

13.11.15 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk kapasitas kalor dan kalor jenis perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara diagnostik, kapasitas kalor dan kalor jenis dipahami sebagai perbedaan kapasitas kalor benda dan kalor jenis sebagai besaran intensif per satuan massa. Tugas menggambar dan Predict-Observe-Explain mengungkap hubungan antara model mental dan fenomena. Perbedaan prediksi dan observasi tidak otomatis mengubah konsep tanpa fase penjelasan dan rekonsiliasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa keduanya dianggap sinonim dan nilainya dianggap tidak dipengaruhi keadaan zat. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti pemanasan air, logam, dan campuran dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan

kemudian ke representasi $C=q/\Delta T$; $c=q/(m\Delta T)$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi massa, suhu, dan sifat intensif-ekstensif. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

13.11.16 Analisis Respons dan Peta Bukti

Secara epistemologis, kapasitas kalor dan kalor jenis dipahami sebagai perbedaan kapasitas kalor benda dan kalor jenis sebagai besaran intensif per satuan massa. Analisis respons perlu menggunakan peta bukti, bukan keputusan berdasarkan satu butir. Konsistensi lintas konteks, representasi, dan waktu menentukan kuat-lemahnya klaim diagnostik. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa keduanya dianggap sinonim dan nilainya dianggap tidak dipengaruhi keadaan zat. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti pemanasan air, logam, dan campuran dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $C=q/\Delta T$; $c=q/(m\Delta T)$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi massa, suhu, dan sifat intensif-ekstensif. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini

konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk kapasitas kalor dan kalor jenis perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

13.11.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi massa, suhu, dan sifat intensif-ekstensif. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk kapasitas kalor dan kalor jenis perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam konteks laboratorium, kapasitas kalor dan kalor jenis dipahami sebagai perbedaan kapasitas kalor benda dan kalor jenis sebagai besaran intensif per satuan massa. Konflik kognitif efektif bila anomali dipahami, relevan, dan diikuti model alternatif yang lebih produktif. Kejutan tanpa dukungan dapat membuat peserta didik mengabaikan data atau menghafal pengecualian. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa keduanya dianggap sinonim dan nilainya dianggap tidak dipengaruhi keadaan zat. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti pemanasan air, logam, dan campuran dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $C=q/\Delta T$; $c=q/(m\Delta T)$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

13.11.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk

Remediasi untuk kapasitas kalor dan kalor jenis perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Ketika peserta didik memecahkan soal, kapasitas kalor dan kalor jenis dipahami sebagai perbedaan kapasitas kalor benda dan kalor jenis sebagai besaran intensif per satuan massa. Representasi majemuk harus dikoordinasikan, bukan sekadar ditampilkan berdampingan. Prompt penghubung perlu menanyakan apa yang tetap, berubah, dan diwakili pada setiap bentuk. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa keduanya dianggap sinonim dan nilainya dianggap tidak dipengaruhi keadaan zat. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau

bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti pemanasan air, logam, dan campuran dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $C=q/\Delta T$; $c=q/(m\Delta T)$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi massa, suhu, dan sifat intensif-ekstensif. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

13.11.19 Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa keduanya dianggap sinonim dan nilainya dianggap tidak dipengaruhi keadaan zat. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti pemanasan air, logam, dan campuran dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $C=q/\Delta T$; $c=q/(m\Delta T)$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi massa, suhu, dan sifat intensif-ekstensif. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk kapasitas kalor dan kalor jenis perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Untuk mencegah hafalan tanpa makna, kapasitas kalor dan kalor jenis dipahami sebagai perbedaan kapasitas kalor benda dan kalor jenis sebagai besaran intensif per satuan massa. Praktikum, simulasi, dan argumentasi memberi ruang untuk menguji klaim dengan data. Kegiatan harus dirancang agar variabel, prediksi, ketidakpastian, dan batas model dibahas secara eksplisit. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

13.11.20 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk kapasitas kalor dan kalor jenis perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam pembelajaran kimia SMA, kapasitas kalor dan kalor jenis dipahami sebagai perbedaan kapasitas kalor benda dan kalor jenis sebagai besaran intensif per satuan massa. Perubahan konseptual dinilai melalui transfer ke masalah baru dan retensi setelah jeda waktu. Tindak lanjut harus membedakan penguasaan prosedur dari kemampuan menjelaskan dan mengevaluasi bukti. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa keduanya dianggap sinonim dan nilainya dianggap tidak dipengaruhi keadaan zat. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti pemanasan air, logam, dan campuran dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $C=q/\Delta T$; $c=q/(m\Delta T)$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi massa, suhu, dan sifat intensif-ekstensif. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Ringkasan Diagnostik 13.11

- Konsep sasaran: perbedaan kapasitas kalor benda dan kalor jenis sebagai besaran intensif per satuan massa.
- Miskonsepsi prioritas: keduanya dianggap sinonim dan nilainya dianggap tidak dipengaruhi keadaan zat.
- Representasi minimum: fenomena pemanasan air, logam, dan campuran, model partikel, dan simbol $C=q/\Delta T$; $c=q/(m\Delta T)$.
- Bukti minimum: satu pertanyaan terbuka, satu butir bertingkat, satu tugas representasi, dan satu konteks transfer.

- Keputusan pedagogis: remediasi didasarkan pada pola alasan dan keyakinan, bukan pada skor tunggal.

13.12 Hukum Hess

Subbab ini memusatkan perhatian pada hukum Hess sebagai bagian dari jejaring konsep bab. Tujuannya adalah membangun definisi yang presisi, mengidentifikasi batas penerapan, mengungkap pola miskonsepsi, dan menyediakan perangkat diagnosis serta remediasi yang dapat diterapkan di kelas XI.

13.12.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk hukum Hess perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat makroskopik, hukum Hess dipahami sebagai penjumlahan aljabar perubahan entalpi karena entalpi merupakan fungsi keadaan. Penjelasan harus dimulai dari definisi yang dapat dioperasionalkan dalam pengamatan, perhitungan, dan komunikasi ilmiah. Batas konsep perlu dinyatakan agar istilah yang berdekatan tidak saling dipertukarkan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa hukum Hess dianggap hanya trik matematika yang tidak terkait lintasan dan kekekalan energi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang

diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti siklus reaksi dan entalpi pembentukan dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\Delta H_{\text{total}} = \sum \Delta H_{\text{tahap}}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi fungsi keadaan, stoikiometri, dan persamaan termokimia. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

13.12.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat submikroskopik, hukum Hess dipahami sebagai penjumlahan aljabar perubahan entalpi karena entalpi merupakan fungsi keadaan. Konsep ini berada dalam jejaring pengetahuan, bukan unit hafalan yang berdiri sendiri. Prasyarat yang rapuh akan membuat peserta didik menggunakan aturan permukaan sebagai pengganti penalaran. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa hukum Hess dianggap hanya trik matematika yang tidak terkait lintasan dan kekekalan energi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti siklus reaksi dan entalpi pembentukan dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\Delta H_{\text{total}} = \sum \Delta H_{\text{tahap}}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi fungsi keadaan, stoikiometri, dan persamaan termokimia. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk hukum Hess perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

13.12.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan

Konteks seperti siklus reaksi dan entalpi pembentukan dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\Delta H_{\text{total}} = \sum \Delta H_{\text{tahap}}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi fungsi keadaan, stoikiometri, dan persamaan termokimia. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk hukum Hess perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam representasi simbolik, hukum Hess dipahami sebagai penjumlahan aljabar perubahan entalpi karena entalpi merupakan fungsi keadaan. Fenomena makroskopik berfungsi sebagai sumber bukti, tetapi tidak dengan sendirinya menjelaskan mekanisme. Pengamatan harus dipisahkan dari inferensi agar peserta didik tidak menganggap kesan inderawi sebagai definisi ilmiah. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa hukum Hess dianggap hanya trik matematika yang tidak terkait lintasan dan kekekalan energi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

13.12.4 Model Submikroskopik

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk hukum Hess perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara diagnostik, hukum Hess dipahami sebagai penjumlahan aljabar perubahan entalpi karena entalpi merupakan fungsi keadaan. Model submikroskopik menjelaskan perilaku partikel, interaksi, distribusi, dan perubahan yang tidak tampak langsung. Model harus disebut sebagai

representasi dengan asumsi dan keterbatasan, bukan foto literal realitas. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa hukum Hess dianggap hanya trik matematika yang tidak terkait lintasan dan kekekalan energi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti siklus reaksi dan entalpi pembentukan dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\Delta H_{\text{total}} = \sum \Delta H_{\text{tahap}}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi fungsi keadaan, stoikiometri, dan persamaan termokimia. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

13.12.5 Bahasa Simbolik dan Matematis

Secara epistemologis, hukum hess dipahami sebagai penjumlahan aljabar perubahan entalpi karena entalpi merupakan fungsi keadaan. Simbol dan persamaan memadatkan hubungan kuantitatif, tetapi setiap tanda harus dihubungkan dengan makna fisisnya. Manipulasi aljabar tanpa interpretasi satuan, tanda, dan kondisi mudah menghasilkan jawaban benar secara kebetulan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa hukum Hess dianggap hanya trik matematika yang tidak terkait lintasan dan kekekalan energi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti siklus reaksi dan entalpi pembentukan dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\Delta H_{\text{total}} = \sum \Delta H_{\text{tahap}}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi fungsi keadaan, stoikiometri, dan persamaan termokimia. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk hukum Hess perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

13.12.6 Koordinasi Antarrepresentasi

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi fungsi keadaan, stoikiometri, dan persamaan termokimia. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini

konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk hukum Hess perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam konteks laboratorium, hukum Hess dipahami sebagai penjumlahan aljabar perubahan entalpi karena entalpi merupakan fungsi keadaan. Pemahaman matang tampak ketika peserta didik dapat berpindah konsisten antara fenomena, partikel, simbol, grafik, dan bahasa verbal. Ketidakselarasan antarrepresentasi merupakan indikator penting adanya pengetahuan yang terfragmentasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa hukum Hess dianggap hanya trik matematika yang tidak terkait lintasan dan kekekalan energi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti siklus reaksi dan entalpi pembentukan dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\Delta H_{\text{total}} = \sum \Delta H_{\text{tahap}}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

13.12.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas

Remediasi untuk hukum Hess perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya

jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Ketika peserta didik memecahkan soal, hukum Hess dipahami sebagai penjumlahan aljabar perubahan entalpi karena entalpi merupakan fungsi keadaan. Contoh positif perlu dipasangkan dengan noncontoh dan kasus batas supaya kategori tidak dibangun dari satu ciri dangkal. Kasus batas menuntut peserta didik menjelaskan alasan, kondisi, dan tingkat idealisasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa hukum Hess dianggap hanya trik matematika yang tidak terkait lintasan dan kekekalan energi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti siklus reaksi dan entalpi pembentukan dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\Delta H_{\text{total}} = \sum \Delta H_{\text{tahap}}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi fungsi keadaan, stoikiometri, dan persamaan termokimia. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

13.12.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa hukum Hess dianggap hanya trik matematika yang tidak terkait lintasan dan kekekalan energi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti siklus reaksi dan entalpi pembentukan dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\Delta H_{\text{total}} = \sum \Delta H_{\text{tahap}}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi fungsi keadaan, stoikiometri, dan persamaan termokimia. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk hukum Hess perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Untuk mencegah hafalan tanpa makna, hukum Hess dipahami sebagai penjumlahan aljabar perubahan entalpi karena entalpi merupakan fungsi keadaan. Miskonsepsi inti biasanya masuk

akal dari sudut pengalaman awal sehingga tidak efektif hanya diberi label salah. Guru perlu menemukan aturan intuitif yang digunakan dan menunjukkan di mana aturan itu gagal. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

13.12.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk hukum Hess perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam pembelajaran kimia SMA, hukum Hess dipahami sebagai penjumlahan aljabar perubahan entalpi karena entalpi merupakan fungsi keadaan. Satu jawaban salah dapat muncul dari beberapa pola penalaran alternatif yang berbeda. Variasi respons perlu dipetakan berdasarkan alasan, representasi, dan tingkat keyakinan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa hukum Hess dianggap hanya trik matematika yang tidak terkait lintasan dan kekekalan energi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti siklus reaksi dan entalpi pembentukan dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan

kemudian ke representasi $\Delta H_{\text{total}} = \sum \Delta H_{\text{tahap}}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi fungsi keadaan, stoikiometri, dan persamaan termokimia. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

13.12.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dari sudut pandang pedagogical content knowledge, hukum Hess dipahami sebagai penjumlahan aljabar perubahan entalpi karena entalpi merupakan fungsi keadaan. Bahasa sehari-hari sering menggunakan kata yang sama dengan makna berbeda dari terminologi ilmiah. Peralihan register bahasa harus diajarkan eksplisit agar istilah familiar tidak membawa asumsi yang keliru. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa hukum Hess dianggap hanya trik matematika yang tidak terkait lintasan dan kekekalan energi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti siklus reaksi dan entalpi pembentukan dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\Delta H_{\text{total}} = \sum \Delta H_{\text{tahap}}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi fungsi keadaan, stoikiometri, dan persamaan termokimia. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh

Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk hukum Hess perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

13.12.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi

Konteks seperti siklus reaksi dan entalpi pembentukan dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\Delta H_{\text{total}} = \sum \Delta H_{\text{tahap}}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi fungsi keadaan, stoikiometri, dan persamaan termokimia. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk hukum Hess perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat makroskopik, hukum Hess dipahami sebagai penjumlahan aljabar perubahan entalpi karena entalpi merupakan fungsi keadaan. Gambar dan analogi dapat membantu sekaligus menyesatkan bila fitur pemetaan dan batasnya tidak dijelaskan. Peserta didik perlu diminta menyebutkan bagian analogi yang sesuai dan yang tidak sesuai. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa hukum Hess dianggap hanya trik matematika yang tidak terkait lintasan dan kekekalan energi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

13.12.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk hukum Hess perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat submikroskopik, hukum Hess dipahami sebagai penjumlahan aljabar perubahan entalpi karena entalpi merupakan fungsi keadaan. Urutan buku teks, penyederhanaan guru, dan latihan algoritmik dapat memperkuat miskonsepsi secara tidak sengaja. Audit representasi dan bahasa pengajaran diperlukan sebelum menyalahkan peserta didik. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa hukum Hess dianggap hanya trik matematika yang tidak terkait lintasan dan kekekalan energi. Anggapan tersebut dapat

bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti siklus reaksi dan entalpi pembentukan dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\Delta H_{\text{total}} = \sum \Delta H_{\text{tahap}}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi fungsi keadaan, stoikiometri, dan persamaan termokimia. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

13.12.13 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka

Dalam representasi simbolik, hukum Hess dipahami sebagai penjumlahan aljabar perubahan entalpi karena entalpi merupakan fungsi keadaan. Pertanyaan terbuka harus memancing prediksi, alasan, bukti, dan penjelasan mekanistik. Respons tertulis sebaiknya ditindaklanjuti dengan pertanyaan klarifikasi singkat. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa hukum Hess dianggap hanya trik matematika yang tidak terkait lintasan dan kekekalan energi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti siklus reaksi dan entalpi pembentukan dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\Delta H_{\text{total}} = \sum \Delta H_{\text{tahap}}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi fungsi keadaan, stoikiometri, dan persamaan termokimia. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau

tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk hukum Hess perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

13.12.14 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi fungsi keadaan, stoikiometri, dan persamaan termokimia. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya,

jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk hukum Hess perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara diagnostik, hukum Hess dipahami sebagai penjumlahan aljabar perubahan entalpi karena entalpi merupakan fungsi keadaan. Tes bertingkat memisahkan pilihan jawaban, alasan, dan keyakinan sehingga tebakan dapat dibedakan dari pemahaman. Distraktor harus berasal dari pola konsepsi yang benar-benar ditemukan dalam wawancara atau literatur. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa hukum Hess dianggap hanya trik matematika yang tidak terkait lintasan dan kekekalan energi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti siklus reaksi dan entalpi pembentukan dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\Delta H_{\text{total}} = \sum \Delta H_{\text{tahap}}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

13.12.15 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain

Remediasi untuk hukum Hess perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara epistemologis, hukum Hess dipahami sebagai penjumlahan aljabar perubahan entalpi karena entalpi merupakan fungsi keadaan. Tugas menggambar dan Predict-Observe-Explain mengungkap hubungan antara model mental dan fenomena. Perbedaan prediksi dan observasi tidak otomatis mengubah konsep tanpa fase penjelasan dan rekonsiliasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa hukum Hess dianggap hanya trik matematika yang tidak terkait lintasan dan kekekalan energi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti siklus reaksi dan entalpi pembentukan dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\Delta H_{\text{total}} = \sum \Delta H_{\text{tahap}}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi fungsi keadaan, stoikiometri, dan persamaan termokimia. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

13.12.16 Analisis Respons dan Peta Bukti

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa hukum Hess dianggap hanya trik matematika yang tidak terkait lintasan dan kekekalan energi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti siklus reaksi dan entalpi pembentukan dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\Delta H_{\text{total}} = \sum \Delta H_{\text{tahap}}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi fungsi keadaan, stoikiometri, dan persamaan termokimia. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk hukum Hess perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam konteks laboratorium, hukum Hess dipahami sebagai penjumlahan aljabar perubahan entalpi karena entalpi merupakan fungsi keadaan. Analisis respons perlu menggunakan peta bukti, bukan keputusan berdasarkan satu butir. Konsistensi lintas konteks, representasi, dan waktu menentukan kuat-lemahnya klaim diagnostik. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

13.12.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan

tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk hukum Hess perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Ketika peserta didik memecahkan soal, hukum Hess dipahami sebagai penjumlahan aljabar perubahan entalpi karena entalpi merupakan fungsi keadaan. Konflik kognitif efektif bila anomali dipahami, relevan, dan diikuti model alternatif yang lebih produktif. Kejutan tanpa dukungan dapat membuat peserta didik mengabaikan data atau menghafal pengecualian. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa hukum Hess dianggap hanya trik matematika yang tidak terkait lintasan dan kekekalan energi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti siklus reaksi dan entalpi pembentukan dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\Delta H_{\text{total}} = \sum \Delta H_{\text{tahap}}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi fungsi keadaan, stoikiometri, dan persamaan termokimia. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

13.12.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Untuk mencegah hafalan tanpa makna, hukum Hess dipahami sebagai penjumlahan aljabar perubahan entalpi karena entalpi merupakan fungsi keadaan. Representasi majemuk harus dikoordinasikan, bukan sekadar ditampilkan berdampingan. Prompt penghubung perlu menanyakan apa yang tetap, berubah, dan diwakili pada setiap bentuk. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa hukum Hess dianggap hanya trik matematika yang tidak terkait lintasan dan kekekalan energi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti siklus reaksi dan entalpi pembentukan dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\Delta H_{\text{total}} = \sum \Delta H_{\text{tahap}}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi fungsi keadaan, stoikiometri, dan persamaan termokimia. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk hukum Hess perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

13.12.19 Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif

Konteks seperti siklus reaksi dan entalpi pembentukan dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\Delta H_{\text{total}} = \sum \Delta H_{\text{tahap}}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi fungsi keadaan, stoikiometri, dan persamaan termokimia. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk hukum Hess perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam pembelajaran kimia SMA, hukum Hess dipahami sebagai penjumlahan aljabar perubahan entalpi karena entalpi merupakan fungsi keadaan. Praktikum, simulasi, dan argumentasi memberi ruang untuk menguji klaim dengan data. Kegiatan harus dirancang agar variabel,

prediksi, ketidakpastian, dan batas model dibahas secara eksplisit. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa hukum Hess dianggap hanya trik matematika yang tidak terkait lintasan dan kekekalan energi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

13.12.20 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk hukum Hess perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dari sudut pandang pedagogical content knowledge, hukum Hess dipahami sebagai penjumlahan aljabar perubahan entalpi karena entalpi merupakan fungsi keadaan. Perubahan konseptual dinilai melalui transfer ke masalah baru dan retensi setelah jeda waktu. Tindak lanjut harus membedakan penguasaan prosedur dari kemampuan menjelaskan dan mengevaluasi bukti. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa hukum Hess dianggap hanya trik matematika yang tidak terkait lintasan dan kekekalan energi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti siklus reaksi dan entalpi pembentukan dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\Delta H_{\text{total}} = \sum \Delta H_{\text{tahap}}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta

didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi fungsi keadaan, stoikiometri, dan persamaan termokimia. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Ringkasan Diagnostik 13.12

- Konsep sasaran: penjumlahan aljabar perubahan entalpi karena entalpi merupakan fungsi keadaan.
- Miskonsepsi prioritas: hukum Hess dianggap hanya trik matematika yang tidak terkait lintasan dan kekekalan energi.
- Representasi minimum: fenomena siklus reaksi dan entalpi pembentukan, model partikel, dan simbol $\Delta H_{\text{total}} = \sum \Delta H_{\text{tahap}}$.
- Bukti minimum: satu pertanyaan terbuka, satu butir bertingkat, satu tugas representasi, dan satu konteks transfer.
- Keputusan pedagogis: remediasi didasarkan pada pola alasan dan keyakinan, bukan pada skor tunggal.

13.13 Energi Ikatan

Subbab ini memusatkan perhatian pada energi ikatan sebagai bagian dari jejaring konsep bab. Tujuannya adalah membangun definisi yang presisi, mengidentifikasi batas penerapan, mengungkap pola miskonsepsi, dan menyediakan perangkat diagnosis serta remediasi yang dapat diterapkan di kelas XI.

13.13.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk energi ikatan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya

jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat submikroskopik, energi ikatan dipahami sebagai energi rata-rata yang diperlukan untuk memutus ikatan tertentu pada fase gas dan penggunaannya untuk estimasi entalpi. Penjelasan harus dimulai dari definisi yang dapat dioperasikan dalam pengamatan, perhitungan, dan komunikasi ilmiah. Batas konsep perlu dinyatakan agar istilah yang berdekatan tidak saling dipertukarkan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa energi ikatan dianggap nilai tepat yang sama pada semua molekul dan fase. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti estimasi entalpi reaksi gas dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\Delta H \approx \sum D(\text{putus}) - \sum D(\text{terbentuk})$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi ikatan kimia dan fase zat. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

13.13.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat

Dalam representasi simbolik, energi ikatan dipahami sebagai energi rata-rata yang diperlukan untuk memutus ikatan tertentu pada fase gas dan penggunaannya untuk estimasi entalpi. Konsep ini berada dalam jejaring pengetahuan, bukan unit hafalan yang berdiri sendiri. Prasyarat yang rapuh akan membuat peserta didik menggunakan aturan permukaan sebagai

pengganti penalaran. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa energi ikatan dianggap nilai tepat yang sama pada semua molekul dan fase. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti estimasi entalpi reaksi gas dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\Delta H \approx \sum D(\text{putus}) - \sum D(\text{terbentuk})$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi ikatan kimia dan fase zat. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk energi ikatan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

13.13.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi ikatan kimia dan fase zat. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk energi ikatan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara diagnostik, energi ikatan dipahami sebagai energi rata-rata yang diperlukan untuk memutus ikatan tertentu pada fase gas dan penggunaannya untuk estimasi entalpi. Fenomena makroskopik berfungsi sebagai sumber bukti, tetapi tidak dengan sendirinya menjelaskan mekanisme. Pengamatan harus dipisahkan dari inferensi agar peserta didik tidak menganggap kesan inderawi sebagai definisi ilmiah. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa energi ikatan dianggap nilai tepat yang sama pada semua molekul dan fase. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti estimasi entalpi reaksi gas dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke

representasi $\Delta H \approx \Sigma D(\text{putus}) - \Sigma D(\text{terbentuk})$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

13.13.4 Model Submikroskopik

Remediasi untuk energi ikatan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara epistemologis, energi ikatan dipahami sebagai energi rata-rata yang diperlukan untuk memutus ikatan tertentu pada fase gas dan penggunaannya untuk estimasi entalpi. Model submikroskopik menjelaskan perilaku partikel, interaksi, distribusi, dan perubahan yang tidak tampak langsung. Model harus disebut sebagai representasi dengan asumsi dan keterbatasan, bukan foto literal realitas. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa energi ikatan dianggap nilai tepat yang sama pada semua molekul dan fase. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti estimasi entalpi reaksi gas dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\Delta H \approx \Sigma D(\text{putus}) - \Sigma D(\text{terbentuk})$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi ikatan kimia dan fase zat. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh

Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

13.13.5 Bahasa Simbolik dan Matematis

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa energi ikatan dianggap nilai tepat yang sama pada semua molekul dan fase. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti estimasi entalpi reaksi gas dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\Delta H \approx \sum D(\text{putus}) - \sum D(\text{terbentuk})$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi ikatan kimia dan fase zat. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk energi ikatan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam konteks laboratorium, energi ikatan dipahami sebagai energi rata-rata yang diperlukan untuk memutus ikatan tertentu pada fase gas dan penggunaannya untuk estimasi entalpi. Simbol dan persamaan memadatkan hubungan kuantitatif, tetapi setiap tanda harus dihubungkan dengan makna fisisnya. Manipulasi aljabar tanpa interpretasi satuan, tanda, dan kondisi mudah menghasilkan jawaban benar secara kebetulan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

13.13.6 Koordinasi Antarrepresentasi

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk energi ikatan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Ketika peserta didik memecahkan soal, energi ikatan dipahami sebagai energi rata-rata yang diperlukan untuk memutus ikatan tertentu pada fase gas dan penggunaannya untuk estimasi entalpi. Pemahaman matang tampak ketika peserta didik dapat berpindah konsisten antara fenomena, partikel, simbol, grafik, dan bahasa verbal. Ketidakselarasan antarrepresentasi merupakan indikator penting adanya pengetahuan yang terfragmentasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa energi ikatan dianggap nilai tepat yang sama pada semua molekul dan fase. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti estimasi entalpi reaksi gas dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\Delta H \approx \Sigma D(\text{putus}) - \Sigma D(\text{terbentuk})$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi ikatan kimia dan fase zat. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

13.13.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Untuk mencegah hafalan tanpa makna, energi ikatan dipahami sebagai energi rata-rata yang diperlukan untuk memutus ikatan tertentu pada fase gas dan penggunaannya untuk estimasi entalpi. Contoh positif perlu dipasangkan dengan noncontoh dan kasus batas supaya kategori tidak dibangun dari satu ciri dangkal. Kasus batas menuntut peserta didik menjelaskan alasan, kondisi, dan tingkat idealisasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa energi ikatan dianggap nilai tepat yang sama pada semua molekul dan fase. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti estimasi entalpi reaksi gas dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\Delta H \approx \Sigma D(\text{putus}) - \Sigma D(\text{terbentuk})$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi ikatan kimia dan fase zat. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan

pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk energi ikatan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

13.13.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul

Konteks seperti estimasi entalpi reaksi gas dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\Delta H \approx \sum D(\text{putus}) - \sum D(\text{terbentuk})$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi ikatan kimia dan fase zat. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya,

jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk energi ikatan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam pembelajaran kimia SMA, energi ikatan dipahami sebagai energi rata-rata yang diperlukan untuk memutus ikatan tertentu pada fase gas dan penggunaannya untuk estimasi entalpi. Miskonsepsi ini biasanya masuk akal dari sudut pengalaman awal sehingga tidak efektif hanya diberi label salah. Guru perlu menemukan aturan intuitif yang digunakan dan menunjukkan di mana aturan itu gagal. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa energi ikatan dianggap nilai tepat yang sama pada semua molekul dan fase. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

13.13.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk energi ikatan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dari sudut pandang pedagogical content knowledge, energi ikatan dipahami sebagai energi rata-rata yang diperlukan untuk memutus ikatan tertentu pada fase gas dan penggunaannya

untuk estimasi entalpi. Satu jawaban salah dapat muncul dari beberapa pola penalaran alternatif yang berbeda. Variasi respons perlu dipetakan berdasarkan alasan, representasi, dan tingkat keyakinan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa energi ikatan dianggap nilai tepat yang sama pada semua molekul dan fase. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti estimasi entalpi reaksi gas dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\Delta H \approx \Sigma D(\text{putus}) - \Sigma D(\text{terbentuk})$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi ikatan kimia dan fase zat. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

13.13.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari

Pada tingkat makroskopik, energi ikatan dipahami sebagai energi rata-rata yang diperlukan untuk memutus ikatan tertentu pada fase gas dan penggunaannya untuk estimasi entalpi. Bahasa sehari-hari sering menggunakan kata yang sama dengan makna berbeda dari terminologi ilmiah. Peralihan register bahasa harus diajarkan eksplisit agar istilah familiar tidak membawa asumsi yang keliru. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa energi ikatan dianggap nilai tepat yang sama pada semua molekul dan fase. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti estimasi entalpi reaksi gas dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke

representasi $\Delta H \approx \Sigma D(\text{putus}) - \Sigma D(\text{terbentuk})$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi ikatan kimia dan fase zat. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk energi ikatan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

13.13.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi ikatan kimia dan fase zat. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh

Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk energi ikatan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat submikroskopik, energi ikatan dipahami sebagai energi rata-rata yang diperlukan untuk memutus ikatan tertentu pada fase gas dan penggunaannya untuk estimasi entalpi. Gambar dan analogi dapat membantu sekaligus menyesatkan bila fitur pemetaan dan batasnya tidak dijelaskan. Peserta didik perlu diminta menyebutkan bagian analogi yang sesuai dan yang tidak sesuai. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa energi ikatan dianggap nilai tepat yang sama pada semua molekul dan fase. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti estimasi entalpi reaksi gas dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\Delta H \approx \sum D(\text{putus}) - \sum D(\text{terbentuk})$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

13.13.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran

Remediasi untuk energi ikatan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam representasi simbolik, energi ikatan dipahami sebagai energi rata-rata yang diperlukan untuk memutus ikatan tertentu pada fase gas dan penggunaannya untuk estimasi entalpi. Urutan buku teks, penyederhanaan guru, dan latihan algoritmik dapat memperkuat miskonsepsi secara tidak sengaja. Audit representasi dan bahasa pengajaran diperlukan sebelum menyalahkan peserta didik. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa energi ikatan dianggap nilai tepat yang sama pada semua molekul dan fase. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti estimasi entalpi reaksi gas dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\Delta H \approx \sum D(\text{putus}) - \sum D(\text{terbentuk})$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi ikatan kimia dan fase zat. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

13.13.13 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa energi ikatan dianggap nilai tepat yang sama pada semua molekul dan fase. Anggapan tersebut dapat bertahan karena

memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti estimasi entalpi reaksi gas dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\Delta H \approx \Sigma D(\text{putus}) - \Sigma D(\text{terbentuk})$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi ikatan kimia dan fase zat. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk energi ikatan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara diagnostik, energi ikatan dipahami sebagai energi rata-rata yang diperlukan untuk memutus ikatan tertentu pada fase gas dan penggunaannya untuk estimasi entalpi. Pertanyaan terbuka harus memancing prediksi, alasan, bukti, dan penjelasan mekanistik. Respons tertulis sebaiknya ditindaklanjuti dengan pertanyaan klarifikasi singkat. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

13.13.14 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk energi ikatan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara epistemologis, energi ikatan dipahami sebagai energi rata-rata yang diperlukan untuk memutus ikatan tertentu pada fase gas dan penggunaannya untuk estimasi entalpi. Tes bertingkat memisahkan pilihan jawaban, alasan, dan keyakinan sehingga tebakan dapat dibedakan dari pemahaman. Distraktor harus berasal dari pola konsepsi yang benar-benar ditemukan dalam wawancara atau literatur. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa energi ikatan dianggap nilai tepat yang sama pada semua molekul dan fase. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti estimasi entalpi reaksi gas dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\Delta H \approx \sum D(\text{putus}) - \sum D(\text{terbentuk})$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi ikatan kimia dan fase zat. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

13.13.15 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam konteks laboratorium, energi ikatan dipahami sebagai energi rata-rata yang diperlukan untuk memutus ikatan tertentu pada fase gas dan penggunaannya untuk estimasi entalpi. Tugas menggambar dan Predict-Observe-Explain mengungkap hubungan antara model mental dan fenomena. Perbedaan prediksi dan observasi tidak otomatis mengubah konsep tanpa fase penjelasan dan rekonsiliasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa energi ikatan dianggap nilai tepat yang sama pada semua molekul dan fase. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti estimasi entalpi reaksi gas dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\Delta H \approx \sum D(\text{putus}) - \sum D(\text{terbentuk})$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi ikatan kimia dan fase zat. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan

beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk energi ikatan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

13.13.16 Analisis Respons dan Peta Bukti

Konteks seperti estimasi entalpi reaksi gas dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\Delta H \approx \sum D(\text{putus}) - \sum D(\text{terbentuk})$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi ikatan kimia dan fase zat. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk energi ikatan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Ketika peserta didik memecahkan soal, energi ikatan dipahami sebagai energi rata-rata yang diperlukan untuk memutus ikatan tertentu pada fase gas dan penggunaannya untuk estimasi entalpi. Analisis respons perlu menggunakan peta bukti, bukan keputusan berdasarkan satu butir. Konsistensi lintas konteks, representasi, dan waktu menentukan kuat-lemahnya klaim diagnostik. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa energi ikatan dianggap nilai tepat yang sama pada semua molekul dan fase. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

13.13.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk energi ikatan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Untuk mencegah hafalan tanpa makna, energi ikatan dipahami sebagai energi rata-rata yang diperlukan untuk memutus ikatan tertentu pada fase gas dan penggunaannya untuk estimasi entalpi. Konflik kognitif efektif bila anomali dipahami, relevan, dan diikuti model alternatif yang lebih produktif. Kejutan tanpa dukungan dapat membuat peserta didik mengabaikan data atau menghafal pengecualian. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa energi ikatan dianggap nilai tepat yang sama pada semua molekul dan fase. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti estimasi entalpi reaksi gas dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke

representasi $\Delta H \approx \sum D(\text{putus}) - \sum D(\text{terbentuk})$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi ikatan kimia dan fase zat. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

13.13.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk

Dalam pembelajaran kimia SMA, energi ikatan dipahami sebagai energi rata-rata yang diperlukan untuk memutus ikatan tertentu pada fase gas dan penggunaannya untuk estimasi entalpi. Representasi majemuk harus dikoordinasikan, bukan sekadar ditampilkan berdampingan. Prompt penghubung perlu menanyakan apa yang tetap, berubah, dan diwakili pada setiap bentuk. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa energi ikatan dianggap nilai tepat yang sama pada semua molekul dan fase. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti estimasi entalpi reaksi gas dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\Delta H \approx \sum D(\text{putus}) - \sum D(\text{terbentuk})$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi ikatan kimia dan fase zat. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini

konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk energi ikatan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

13.13.19 Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi ikatan kimia dan fase zat. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk energi ikatan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dari sudut pandang pedagogical content knowledge, energi ikatan dipahami sebagai energi rata-rata yang diperlukan untuk memutus ikatan tertentu pada fase gas dan penggunaannya untuk estimasi entalpi. Praktikum, simulasi, dan argumentasi memberi ruang untuk menguji klaim dengan data. Kegiatan harus dirancang agar variabel, prediksi, ketidakpastian, dan batas model dibahas secara eksplisit. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa energi ikatan dianggap nilai tepat yang sama pada semua molekul dan fase. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti estimasi entalpi reaksi gas dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\Delta H \approx \sum D(\text{putus}) - \sum D(\text{terbentuk})$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

13.13.20 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut

Remediasi untuk energi ikatan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat makroskopik, energi ikatan dipahami sebagai energi rata-rata yang diperlukan untuk memutus ikatan tertentu pada fase gas dan penggunaannya untuk estimasi entalpi. Perubahan konseptual dinilai melalui transfer ke masalah baru dan retensi setelah jeda waktu. Tindak lanjut harus membedakan penguasaan prosedur dari kemampuan menjelaskan dan mengevaluasi bukti. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa energi ikatan dianggap nilai tepat yang sama pada semua molekul dan fase. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau

bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti estimasi entalpi reaksi gas dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\Delta H \approx \Sigma D(\text{putus}) - \Sigma D(\text{terbentuk})$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi ikatan kimia dan fase zat. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Ringkasan Diagnostik 13.13

- Konsep sasaran: energi rata-rata yang diperlukan untuk memutus ikatan tertentu pada fase gas dan penggunaannya untuk estimasi entalpi.
- Miskonsepsi prioritas: energi ikatan dianggap nilai tepat yang sama pada semua molekul dan fase.
- Representasi minimum: fenomena estimasi entalpi reaksi gas, model partikel, dan simbol $\Delta H \approx \Sigma D(\text{putus}) - \Sigma D(\text{terbentuk})$.
- Bukti minimum: satu pertanyaan terbuka, satu butir bertingkat, satu tugas representasi, dan satu konteks transfer.
- Keputusan pedagogis: remediasi didasarkan pada pola alasan dan keyakinan, bukan pada skor tunggal.

13.14 Pemutusan dan Pembentukan Ikatan

Subbab ini memusatkan perhatian pada pemutusan dan pembentukan ikatan sebagai bagian dari jejaring konsep bab. Tujuannya adalah membangun definisi yang presisi, mengidentifikasi batas penerapan, mengungkap pola miskonsepsi, dan menyediakan perangkat diagnosis serta remediasi yang dapat diterapkan di kelas XI.

13.14.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep

Remediasi untuk pemutusan dan pembentukan ikatan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam representasi simbolik, pemutusan dan pembentukan ikatan dipahami sebagai pemutusan ikatan memerlukan energi sedangkan pembentukan ikatan melepaskan energi. Penjelasan harus dimulai dari definisi yang dapat dioperasionalkan dalam pengamatan, perhitungan, dan komunikasi ilmiah. Batas konsep perlu dinyatakan agar istilah yang berdekatan tidak saling dipertukarkan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa pemutusan ikatan dianggap melepaskan energi karena ledakan atau reaksi tampak menghasilkan panas. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti fotodisosiasi dan pembentukan produk stabil dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $D(A-B) > 0$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi energi potensial dan interaksi elektrostatik. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

13.14.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa pemutusan ikatan dianggap melepaskan energi karena ledakan atau reaksi tampak menghasilkan panas. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti fotodisosiasi dan pembentukan produk stabil dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $D(A-B) > 0$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi energi potensial dan interaksi elektrostatik. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pemutusan dan pembentukan ikatan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara diagnostik, pemutusan dan pembentukan ikatan dipahami sebagai pemutusan ikatan memerlukan energi sedangkan pembentukan ikatan melepaskan energi. Konsep ini berada dalam jejaring pengetahuan, bukan unit hafalan yang berdiri sendiri. Prasyarat yang rapuh akan membuat peserta didik menggunakan aturan permukaan sebagai pengganti penalaran. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

13.14.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pemutusan dan pembentukan ikatan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara epistemologis, pemutusan dan pembentukan ikatan dipahami sebagai pemutusan ikatan memerlukan energi sedangkan pembentukan ikatan melepaskan energi. Fenomena makroskopik berfungsi sebagai sumber bukti, tetapi tidak dengan sendirinya menjelaskan mekanisme. Pengamatan harus dipisahkan dari inferensi agar peserta didik tidak menganggap kesan inderawi sebagai definisi ilmiah. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa pemutusan ikatan dianggap melepaskan energi karena ledakan atau reaksi tampak menghasilkan panas. Anggapan tersebut

dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti fotodisosiasi dan pembentukan produk stabil dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $D(A-B) > 0$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi energi potensial dan interaksi elektrostatik. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

13.14.4 Model Submikroskopik

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam konteks laboratorium, pemutusan dan pembentukan ikatan dipahami sebagai pemutusan ikatan memerlukan energi sedangkan pembentukan ikatan melepaskan energi. Model submikroskopik menjelaskan perilaku partikel, interaksi, distribusi, dan perubahan yang tidak tampak langsung. Model harus disebut sebagai representasi dengan asumsi dan keterbatasan, bukan foto literal realitas. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa pemutusan ikatan dianggap melepaskan energi karena ledakan atau reaksi tampak menghasilkan panas. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti fotodisosiasi dan pembentukan produk stabil dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $D(A-B) > 0$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi energi potensial dan interaksi elektrostatik. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil,

remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pemutusan dan pembentukan ikatan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

13.14.5 Bahasa Simbolik dan Matematis

Konteks seperti fotodisosiasi dan pembentukan produk stabil dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $D(A-B) > 0$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi energi potensial dan interaksi elektrostatik. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya,

jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pemutusan dan pembentukan ikatan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Ketika peserta didik memecahkan soal, pemutusan dan pembentukan ikatan dipahami sebagai pemutusan ikatan memerlukan energi sedangkan pembentukan ikatan melepaskan energi. Simbol dan persamaan memadatkan hubungan kuantitatif, tetapi setiap tanda harus dihubungkan dengan makna fisisnya. Manipulasi aljabar tanpa interpretasi satuan, tanda, dan kondisi mudah menghasilkan jawaban benar secara kebetulan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa pemutusan ikatan dianggap melepaskan energi karena ledakan atau reaksi tampak menghasilkan panas. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

13.14.6 Koordinasi Antarrepresentasi

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pemutusan dan pembentukan ikatan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Untuk mencegah hafalan tanpa makna, pemutusan dan pembentukan ikatan dipahami sebagai pemutusan ikatan memerlukan energi sedangkan pembentukan ikatan melepaskan energi. Pemahaman matang tampak ketika peserta didik dapat berpindah konsisten antara fenomena, partikel, simbol, grafik, dan bahasa verbal. Ketidakselarasan antarrepresentasi merupakan indikator penting adanya pengetahuan yang terfragmentasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa pemutusan ikatan dianggap melepaskan energi karena ledakan atau reaksi tampak menghasilkan panas. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti fotodisosiasi dan pembentukan produk stabil dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $D(A-B) > 0$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi energi potensial dan interaksi elektrostatik. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

13.14.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas

Dalam pembelajaran kimia SMA, pemutusan dan pembentukan ikatan dipahami sebagai pemutusan ikatan memerlukan energi sedangkan pembentukan ikatan melepaskan energi. Contoh positif perlu dipasangkan dengan noncontoh dan kasus batas supaya kategori tidak dibangun dari satu ciri dangkal. Kasus batas menuntut peserta didik menjelaskan alasan, kondisi, dan tingkat idealisasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa pemutusan ikatan dianggap melepaskan energi karena ledakan atau reaksi tampak menghasilkan panas. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa

yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti fotodisosiasi dan pembentukan produk stabil dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $D(A-B) > 0$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi energi potensial dan interaksi elektrostatik. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pemutusan dan pembentukan ikatan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

13.14.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi energi potensial dan interaksi elektrostatik. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pemutusan dan pembentukan ikatan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dari sudut pandang pedagogical content knowledge, pemutusan dan pembentukan ikatan dipahami sebagai pemutusan ikatan memerlukan energi sedangkan pembentukan ikatan melepaskan energi. Miskonsepsi inti biasanya masuk akal dari sudut pengalaman awal sehingga tidak efektif hanya diberi label salah. Guru perlu menemukan aturan intuitif yang digunakan dan menunjukkan di mana aturan itu gagal. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa pemutusan ikatan dianggap melepaskan energi karena ledakan atau reaksi tampak menghasilkan panas. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti fotodisosiasi dan pembentukan produk stabil dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $D(A-B) > 0$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

13.14.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif

Remediasi untuk pemutusan dan pembentukan ikatan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat makroskopik, pemutusan dan pembentukan ikatan dipahami sebagai pemutusan ikatan memerlukan energi sedangkan pembentukan ikatan melepaskan energi. Satu jawaban salah dapat muncul dari beberapa pola penalaran alternatif yang berbeda. Variasi respons perlu dipetakan berdasarkan alasan, representasi, dan tingkat keyakinan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa pemutusan ikatan dianggap melepaskan energi karena ledakan atau reaksi tampak menghasilkan panas. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti fotodisosiasi dan pembentukan produk stabil dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $D(A-B) > 0$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi energi potensial dan interaksi elektrostatik. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

13.14.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa pemutusan ikatan dianggap melepaskan energi karena ledakan atau reaksi tampak menghasilkan panas. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti fotodisosiasi dan pembentukan produk stabil dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $D(A-B) > 0$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi energi potensial dan interaksi elektrostatik. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pemutusan dan pembentukan ikatan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat submikroskopik, pemutusan dan pembentukan ikatan dipahami sebagai pemutusan ikatan memerlukan energi sedangkan pembentukan ikatan melepaskan energi. Bahasa sehari-hari sering menggunakan kata yang sama dengan makna berbeda dari terminologi ilmiah. Peralihan register bahasa harus diajarkan eksplisit agar istilah familiar tidak membawa asumsi yang keliru. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

13.14.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pemutusan dan pembentukan ikatan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam representasi simbolik, pemutusan dan pembentukan ikatan dipahami sebagai pemutusan ikatan memerlukan energi sedangkan pembentukan ikatan melepaskan energi. Gambar dan analogi dapat membantu sekaligus menyesatkan bila fitur pemetaan dan batasnya tidak dijelaskan. Peserta didik perlu diminta menyebut bagian analogi yang sesuai dan yang tidak sesuai. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa pemutusan ikatan dianggap melepaskan energi karena ledakan atau reaksi tampak menghasilkan panas. Anggapan tersebut

dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti fotodisosiasi dan pembentukan produk stabil dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $D(A-B) > 0$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi energi potensial dan interaksi elektrostatik. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

13.14.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara diagnostik, pemutusan dan pembentukan ikatan dipahami sebagai pemutusan ikatan memerlukan energi sedangkan pembentukan ikatan melepaskan energi. Urutan buku teks, penyederhanaan guru, dan latihan algoritmik dapat memperkuat miskonsepsi secara tidak sengaja. Audit representasi dan bahasa pengajaran diperlukan sebelum menyalahkan peserta didik. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa pemutusan ikatan dianggap melepaskan energi karena ledakan atau reaksi tampak menghasilkan panas. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti fotodisosiasi dan pembentukan produk stabil dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $D(A-B) > 0$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi energi potensial dan interaksi elektrostatik. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil,

remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pemutusan dan pembentukan ikatan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

13.14.13 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka

Konteks seperti fotodisosiasi dan pembentukan produk stabil dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $D(A-B) > 0$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi energi potensial dan interaksi elektrostatik. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya,

jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pemutusan dan pembentukan ikatan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara epistemologis, pemutusan dan pembentukan ikatan dipahami sebagai pemutusan ikatan memerlukan energi sedangkan pembentukan ikatan melepaskan energi. Pertanyaan terbuka harus memancing prediksi, alasan, bukti, dan penjelasan mekanistik. Respons tertulis sebaiknya ditindaklanjuti dengan pertanyaan klarifikasi singkat. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa pemutusan ikatan dianggap melepaskan energi karena ledakan atau reaksi tampak menghasilkan panas. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

13.14.14 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pemutusan dan pembentukan ikatan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam konteks laboratorium, pemutusan dan pembentukan ikatan dipahami sebagai pemutusan ikatan memerlukan energi sedangkan pembentukan ikatan melepaskan energi. Tes bertingkat memisahkan pilihan jawaban, alasan, dan keyakinan sehingga tebakan dapat dibedakan dari pemahaman. Distraktor harus berasal dari pola konsepsi yang benar-benar ditemukan dalam wawancara atau literatur. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa pemutusan ikatan dianggap melepaskan energi karena ledakan atau reaksi tampak menghasilkan panas. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti fotodisosiasi dan pembentukan produk stabil dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $D(A-B) > 0$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi energi potensial dan interaksi elektrostatik. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

13.14.15 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain

Ketika peserta didik memecahkan soal, pemutusan dan pembentukan ikatan dipahami sebagai pemutusan ikatan memerlukan energi sedangkan pembentukan ikatan melepaskan energi. Tugas menggambar dan Predict-Observe-Explain mengungkap hubungan antara model mental dan fenomena. Perbedaan prediksi dan observasi tidak otomatis mengubah konsep tanpa fase penjelasan dan rekonsiliasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa pemutusan ikatan dianggap melepaskan energi karena ledakan atau reaksi tampak menghasilkan panas. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa

yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti fotodisosiasi dan pembentukan produk stabil dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $D(A-B) > 0$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi energi potensial dan interaksi elektrostatik. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pemutusan dan pembentukan ikatan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

13.14.16 Analisis Respons dan Peta Bukti

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi energi potensial dan interaksi elektrostatik. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pemutusan dan pembentukan ikatan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Untuk mencegah hafalan tanpa makna, pemutusan dan pembentukan ikatan dipahami sebagai pemutusan ikatan memerlukan energi sedangkan pembentukan ikatan melepaskan energi. Analisis respons perlu menggunakan peta bukti, bukan keputusan berdasarkan satu butir. Konsistensi lintas konteks, representasi, dan waktu menentukan kuat-lemahnya klaim diagnostik. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa pemutusan ikatan dianggap melepaskan energi karena ledakan atau reaksi tampak menghasilkan panas. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti fotodisosiasi dan pembentukan produk stabil dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $D(A-B) > 0$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

13.14.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah

Remediasi untuk pemutusan dan pembentukan ikatan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam pembelajaran kimia SMA, pemutusan dan pembentukan ikatan dipahami sebagai pemutusan ikatan memerlukan energi sedangkan pembentukan ikatan melepaskan energi. Konflik kognitif efektif bila anomali dipahami, relevan, dan diikuti model alternatif yang lebih produktif. Kejutan tanpa dukungan dapat membuat peserta didik mengabaikan data atau menghafal pengecualian. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa pemutusan ikatan dianggap melepaskan energi karena ledakan atau reaksi tampak menghasilkan panas. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti fotodisosiasi dan pembentukan produk stabil dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $D(A-B) > 0$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi energi potensial dan interaksi elektrostatik. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

13.14.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa pemutusan ikatan dianggap melepaskan energi karena ledakan atau reaksi tampak menghasilkan panas. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti fotodisosiasi dan pembentukan produk stabil dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $D(A-B) > 0$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi energi potensial dan interaksi elektrostatik. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pemutusan dan pembentukan ikatan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dari sudut pandang pedagogical content knowledge, pemutusan dan pembentukan ikatan dipahami sebagai pemutusan ikatan memerlukan energi sedangkan pembentukan ikatan melepaskan energi. Representasi majemuk harus dikoordinasikan, bukan sekadar ditampilkan berdampingan. Prompt penghubung perlu menanyakan apa yang tetap, berubah, dan diwakili pada setiap bentuk. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

13.14.19 Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pemutusan dan pembentukan ikatan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat makroskopik, pemutusan dan pembentukan ikatan dipahami sebagai pemutusan ikatan memerlukan energi sedangkan pembentukan ikatan melepaskan energi. Praktikum, simulasi, dan argumentasi memberi ruang untuk menguji klaim dengan data. Kegiatan harus dirancang agar variabel, prediksi, ketidakpastian, dan batas model dibahas secara eksplisit. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa pemutusan ikatan dianggap melepaskan energi karena ledakan atau reaksi tampak menghasilkan panas. Anggapan tersebut

dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti fotodisosiasi dan pembentukan produk stabil dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $D(A-B) > 0$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi energi potensial dan interaksi elektrostatik. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

13.14.20 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat submikroskopik, pemutusan dan pembentukan ikatan dipahami sebagai pemutusan ikatan memerlukan energi sedangkan pembentukan ikatan melepaskan energi. Perubahan konseptual dinilai melalui transfer ke masalah baru dan retensi setelah jeda waktu. Tindak lanjut harus membedakan penguasaan prosedur dari kemampuan menjelaskan dan mengevaluasi bukti. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa pemutusan ikatan dianggap melepaskan energi karena ledakan atau reaksi tampak menghasilkan panas. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti fotodisosiasi dan pembentukan produk stabil dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $D(A-B) > 0$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi energi potensial dan interaksi elektrostatik. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil,

remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pemutusan dan pembentukan ikatan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Ringkasan Diagnostik 13.14

- Konsep sasaran: pemutusan ikatan memerlukan energi sedangkan pembentukan ikatan melepaskan energi.
- Miskonsepsi prioritas: pemutusan ikatan dianggap melepaskan energi karena ledakan atau reaksi tampak menghasilkan panas.
- Representasi minimum: fenomena fotodisosiasi dan pembentukan produk stabil, model partikel, dan simbol $D(A-B) > 0$.
- Bukti minimum: satu pertanyaan terbuka, satu butir bertingkat, satu tugas representasi, dan satu konteks transfer.
- Keputusan pedagogis: remediasi didasarkan pada pola alasan dan keyakinan, bukan pada skor tunggal.

13.15 Energi Aktivasi dan Entalpi

Subbab ini memusatkan perhatian pada energi aktivasi dan entalpi sebagai bagian dari jejaring konsep bab. Tujuannya adalah membangun definisi yang presisi, mengidentifikasi batas penerapan, mengungkap pola miskonsepsi, dan menyediakan perangkat diagnosis serta remediasi yang dapat diterapkan di kelas XI.

13.15.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai

bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara diagnostik, energi aktivasi dan entalpi dipahami sebagai pembedaan hambatan kinetik energi aktivasi dari perbedaan energi termodinamik reaktan-produk. Penjelasan harus dimulai dari definisi yang dapat dioperasionalkan dalam pengamatan, perhitungan, dan komunikasi ilmiah. Batas konsep perlu dinyatakan agar istilah yang berdekatan tidak saling dipertukarkan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa reaksi eksoterm dianggap tidak memerlukan energi aktivasi dan katalis dianggap mengubah ΔH . Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti penyalan bahan bakar dan reaksi lambat yang spontan dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi E_a maju, E_a balik, ΔH . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi profil energi dan teori tumbukan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk energi aktivasi dan entalpi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

13.15.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat

Konteks seperti penyalan bahan bakar dan reaksi lambat yang spontan dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi E_a maju, E_a balik, ΔH . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi profil energi dan teori tumbukan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk energi aktivasi dan entalpi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara epistemologis, energi aktivasi dan entalpi dipahami sebagai perbedaan hambatan kinetik energi aktivasi dari perbedaan energi termodinamik reaktan-produk. Konsep ini berada dalam jejaring pengetahuan, bukan unit hafalan yang berdiri sendiri. Prasyarat yang rapuh akan membuat peserta didik menggunakan aturan permukaan sebagai pengganti penalaran. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa reaksi eksoterm dianggap tidak memerlukan energi aktivasi dan katalis dianggap mengubah ΔH . Anggapan tersebut dapat

bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

13.15.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk energi aktivasi dan entalpi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam konteks laboratorium, energi aktivasi dan entalpi dipahami sebagai perbedaan hambatan kinetik energi aktivasi dari perbedaan energi termodinamik reaktan-produk. Fenomena makroskopik berfungsi sebagai sumber bukti, tetapi tidak dengan sendirinya menjelaskan mekanisme. Pengamatan harus dipisahkan dari inferensi agar peserta didik tidak menganggap kesan inderawi sebagai definisi ilmiah. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa reaksi eksoterm dianggap tidak memerlukan energi aktivasi dan katalis dianggap mengubah ΔH . Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti penyalan bahan bakar dan reaksi lambat yang spontan dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi E_a maju, E_a balik, ΔH . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi profil energi dan teori tumbukan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat

untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

13.15.4 Model Submikroskopik

Ketika peserta didik memecahkan soal, energi aktivasi dan entalpi dipahami sebagai perbedaan hambatan kinetik energi aktivasi dari perbedaan energi termodinamik reaktan-produk. Model submikroskopik menjelaskan perilaku partikel, interaksi, distribusi, dan perubahan yang tidak tampak langsung. Model harus disebut sebagai representasi dengan asumsi dan keterbatasan, bukan foto literal realitas. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa reaksi eksoterm dianggap tidak memerlukan energi aktivasi dan katalis dianggap mengubah ΔH . Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti penyalan bahan bakar dan reaksi lambat yang spontan dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi E_a maju, E_a balik, ΔH . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi profil energi dan teori tumbukan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk energi aktivasi dan entalpi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

13.15.5 Bahasa Simbolik dan Matematis

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi profil energi dan teori tumbukan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk energi aktivasi dan entalpi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai

bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Untuk mencegah hafalan tanpa makna, energi aktivasi dan entalpi dipahami sebagai perbedaan hambatan kinetik energi aktivasi dari perbedaan energi termodinamik reaktan-produk. Simbol dan persamaan memadatkan hubungan kuantitatif, tetapi setiap tanda harus dihubungkan dengan makna fisiknya. Manipulasi aljabar tanpa interpretasi satuan, tanda, dan kondisi mudah menghasilkan jawaban benar secara kebetulan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa reaksi eksoterm dianggap tidak memerlukan energi aktivasi dan katalis dianggap mengubah ΔH . Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti penyalan bahan bakar dan reaksi lambat yang spontan dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi E_a maju, E_a balik, ΔH . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

13.15.6 Koordinasi Antarrepresentasi

Remediasi untuk energi aktivasi dan entalpi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam pembelajaran kimia SMA, energi aktivasi dan entalpi dipahami sebagai perbedaan hambatan kinetik energi aktivasi dari perbedaan energi termodinamik reaktan-produk. Pemahaman matang tampak ketika peserta didik dapat berpindah konsisten antara fenomena, partikel, simbol, grafik, dan bahasa verbal. Ketidakselarasan antarrepresentasi merupakan indikator penting adanya pengetahuan yang terfragmentasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa reaksi eksoterm dianggap tidak memerlukan energi aktivasi dan katalis dianggap mengubah ΔH . Anggapan tersebut dapat

bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti penyalan bahan bakar dan reaksi lambat yang spontan dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi E_a maju, E_a balik, ΔH . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi profil energi dan teori tumbukan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

13.15.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa reaksi eksoterm dianggap tidak memerlukan energi aktivasi dan katalis dianggap mengubah ΔH . Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti penyalan bahan bakar dan reaksi lambat yang spontan dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi E_a maju, E_a balik, ΔH . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi profil energi dan teori tumbukan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat

untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk energi aktivasi dan entalpi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dari sudut pandang pedagogical content knowledge, energi aktivasi dan entalpi dipahami sebagai perbedaan hambatan kinetik energi aktivasi dari perbedaan energi termodinamik reaktan-produk. Contoh positif perlu dipasangkan dengan noncontoh dan kasus batas supaya kategori tidak dibangun dari satu ciri dangkal. Kasus batas menuntut peserta didik menjelaskan alasan, kondisi, dan tingkat idealisasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

13.15.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya,

jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk energi aktivasi dan entalpi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat makroskopik, energi aktivasi dan entalpi dipahami sebagai perbedaan hambatan kinetik energi aktivasi dari perbedaan energi termodinamik reaktan-produk. Miskonsepsi ini biasanya masuk akal dari sudut pengalaman awal sehingga tidak efektif hanya diberi label salah. Guru perlu menemukan aturan intuitif yang digunakan dan menunjukkan di mana aturan itu gagal. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa reaksi eksoterm dianggap tidak memerlukan energi aktivasi dan katalis dianggap mengubah ΔH . Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti penyalan bahan bakar dan reaksi lambat yang spontan dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi E_a maju, E_a balik, ΔH . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi profil energi dan teori tumbukan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

13.15.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat submikroskopik, energi aktivasi dan entalpi dipahami sebagai perbedaan hambatan kinetik energi aktivasi dari perbedaan energi termodinamik reaktan-produk. Satu jawaban salah dapat muncul dari beberapa pola penalaran alternatif yang berbeda. Variasi respons perlu dipetakan berdasarkan alasan, representasi, dan tingkat keyakinan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa reaksi eksoterm dianggap tidak memerlukan energi aktivasi dan katalis dianggap mengubah ΔH . Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti penyalan bahan bakar dan reaksi lambat yang spontan dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi E_a maju, E_a balik, ΔH . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi profil energi dan teori tumbukan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk energi aktivasi dan entalpi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

13.15.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari

Konteks seperti penyalan bahan bakar dan reaksi lambat yang spontan dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi E_a maju, E_a balik, ΔH . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi profil energi dan teori tumbukan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk energi aktivasi dan entalpi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam representasi simbolik, energi aktivasi dan entalpi dipahami sebagai perbedaan hambatan kinetik energi aktivasi dari perbedaan energi termodinamik reaktan-produk. Bahasa sehari-hari sering menggunakan kata yang sama dengan makna berbeda dari terminologi ilmiah. Peralihan register bahasa harus diajarkan eksplisit agar istilah familiar tidak membawa asumsi yang keliru. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa reaksi eksoterm dianggap tidak memerlukan energi aktivasi dan katalis dianggap mengubah ΔH . Anggapan tersebut dapat

bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

13.15.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk energi aktivasi dan entalpi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara diagnostik, energi aktivasi dan entalpi dipahami sebagai pembedaan hambatan kinetik energi aktivasi dari perbedaan energi termodinamik reaktan-produk. Gambar dan analogi dapat membantu sekaligus menyesatkan bila fitur pemetaan dan batasnya tidak dijelaskan. Peserta didik perlu diminta menyebut bagian analogi yang sesuai dan yang tidak sesuai. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa reaksi eksoterm dianggap tidak memerlukan energi aktivasi dan katalis dianggap mengubah ΔH . Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti penyalaan bahan bakar dan reaksi lambat yang spontan dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi E_a maju, E_a balik, ΔH . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi profil energi dan teori tumbukan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya

dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

13.15.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran

Secara epistemologis, energi aktivasi dan entalpi dipahami sebagai perbedaan hambatan kinetik energi aktivasi dari perbedaan energi termodinamik reaktan-produk. Urutan buku teks, penyederhanaan guru, dan latihan algoritmik dapat memperkuat miskonsepsi secara tidak sengaja. Audit representasi dan bahasa pengajaran diperlukan sebelum menyalahkan peserta didik. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa reaksi eksoterm dianggap tidak memerlukan energi aktivasi dan katalis dianggap mengubah ΔH . Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti penyalaan bahan bakar dan reaksi lambat yang spontan dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi E_a maju, E_a balik, ΔH . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi profil energi dan teori tumbukan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan

beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk energi aktivasi dan entalpi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

13.15.13 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi profil energi dan teori tumbukan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk energi aktivasi dan entalpi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam konteks laboratorium, energi aktivasi dan entalpi dipahami sebagai perbedaan hambatan kinetik energi aktivasi dari perbedaan energi termodinamik reaktan-produk. Pertanyaan terbuka harus memancing prediksi, alasan, bukti, dan penjelasan mekanistik. Respons tertulis sebaiknya ditindaklanjuti dengan pertanyaan klarifikasi singkat. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa reaksi eksoterm dianggap tidak memerlukan energi aktivasi dan katalis dianggap mengubah ΔH . Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti penyalan bahan bakar dan reaksi lambat yang spontan dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi E_a maju, E_a balik, ΔH . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

13.15.14 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan

Remediasi untuk energi aktivasi dan entalpi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Ketika peserta didik memecahkan soal, energi aktivasi dan entalpi dipahami sebagai perbedaan hambatan kinetik energi aktivasi dari perbedaan energi termodinamik reaktan-produk. Tes bertingkat memisahkan pilihan jawaban, alasan, dan keyakinan sehingga tebakan dapat dibedakan dari pemahaman. Distraktor harus berasal dari pola konsepsi yang benar-benar ditemukan dalam wawancara atau literatur. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa reaksi eksoterm dianggap tidak memerlukan energi aktivasi dan katalis dianggap mengubah ΔH . Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti penyalan bahan bakar dan reaksi lambat yang spontan dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi E_a maju, E_a balik, ΔH . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi profil energi dan teori tumbukan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

13.15.15 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa reaksi eksoterm dianggap tidak memerlukan energi aktivasi dan katalis dianggap mengubah ΔH . Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti penyalan bahan bakar dan reaksi lambat yang spontan dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi E_a maju, E_a balik, ΔH . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi profil energi dan teori tumbukan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk energi aktivasi dan entalpi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Untuk mencegah hafalan tanpa makna, energi aktivasi dan entalpi dipahami sebagai perbedaan hambatan kinetik energi aktivasi dari perbedaan energi termodinamik reaktan-produk. Tugas menggambar dan Predict-Observe-Explain mengungkap hubungan antara model mental dan fenomena. Perbedaan prediksi dan observasi tidak otomatis mengubah konsep tanpa fase penjelasan dan rekonsiliasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

13.15.16 Analisis Respons dan Peta Bukti

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk energi aktivasi dan entalpi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam pembelajaran kimia SMA, energi aktivasi dan entalpi dipahami sebagai perbedaan hambatan kinetik energi aktivasi dari perbedaan energi termodinamik reaktan-produk. Analisis respons perlu menggunakan peta bukti, bukan keputusan berdasarkan satu butir. Konsistensi lintas konteks, representasi, dan waktu menentukan kuat-lemahnya klaim diagnostik. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa reaksi eksoterm dianggap tidak memerlukan energi aktivasi dan katalis dianggap mengubah ΔH . Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti penyalan bahan bakar dan reaksi lambat yang spontan dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi E_a maju, E_a balik, ΔH . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi profil energi dan teori tumbukan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

13.15.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dari sudut pandang pedagogical content knowledge, energi aktivasi dan entalpi dipahami sebagai perbedaan hambatan kinetik energi aktivasi dari perbedaan energi termodinamik reaktan-produk. Konflik kognitif efektif bila anomali dipahami, relevan, dan diikuti model

alternatif yang lebih produktif. Kejutan tanpa dukungan dapat membuat peserta didik mengabaikan data atau menghafal pengecualian. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa reaksi eksoterm dianggap tidak memerlukan energi aktivasi dan katalis dianggap mengubah ΔH . Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti penyalaan bahan bakar dan reaksi lambat yang spontan dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi E_a maju, E_a balik, ΔH . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi profil energi dan teori tumbukan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk energi aktivasi dan entalpi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

13.15.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk

Konteks seperti penyalaan bahan bakar dan reaksi lambat yang spontan dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke

model partikel dan kemudian ke representasi E_a maju, E_a balik, ΔH . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi profil energi dan teori tumbukan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk energi aktivasi dan entalpi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat makroskopik, energi aktivasi dan entalpi dipahami sebagai perbedaan hambatan kinetik energi aktivasi dari perbedaan energi termodinamik reaktan-produk. Representasi majemuk harus dikoordinasikan, bukan sekadar ditampilkan berdampingan. Prompt penghubung perlu menanyakan apa yang tetap, berubah, dan diwakili pada setiap bentuk. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa reaksi eksoterm dianggap tidak memerlukan energi aktivasi dan katalis dianggap mengubah ΔH . Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

13.15.19 *Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif*

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk energi aktivasi dan entalpi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat submikroskopik, energi aktivasi dan entalpi dipahami sebagai perbedaan hambatan kinetik energi aktivasi dari perbedaan energi termodinamik reaktan-produk. Praktikum, simulasi, dan argumentasi memberi ruang untuk menguji klaim dengan data. Kegiatan harus dirancang agar variabel, prediksi, ketidakpastian, dan batas model dibahas secara eksplisit. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa reaksi eksoterm dianggap tidak memerlukan energi aktivasi dan katalis dianggap mengubah ΔH . Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti penyalan bahan bakar dan reaksi lambat yang spontan dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi E_a maju, E_a balik, ΔH . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi profil energi dan teori tumbukan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan

tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

13.15.20 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut

Dalam representasi simbolik, energi aktivasi dan entalpi dipahami sebagai perbedaan hambatan kinetik energi aktivasi dari perbedaan energi termodinamik reaktan-produk. Perubahan konseptual dinilai melalui transfer ke masalah baru dan retensi setelah jeda waktu. Tindak lanjut harus membedakan penguasaan prosedur dari kemampuan menjelaskan dan mengevaluasi bukti. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa reaksi eksoterm dianggap tidak memerlukan energi aktivasi dan katalis dianggap mengubah ΔH . Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti penyalaan bahan bakar dan reaksi lambat yang spontan dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi E_a maju, E_a balik, ΔH . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi profil energi dan teori tumbukan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk energi aktivasi dan entalpi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Ringkasan Diagnostik 13.15

- Konsep sasaran: perbedaan hambatan kinetik energi aktivasi dari perbedaan energi termodinamik reaktan-produk.
- Miskonsepsi prioritas: reaksi eksoterm dianggap tidak memerlukan energi aktivasi dan katalis dianggap mengubah ΔH .
- Representasi minimum: fenomena penyalaan bahan bakar dan reaksi lambat yang spontan, model partikel, dan simbol E_a maju, E_a balik, ΔH .
- Bukti minimum: satu pertanyaan terbuka, satu butir bertingkat, satu tugas representasi, dan satu konteks transfer.
- Keputusan pedagogis: remediasi didasarkan pada pola alasan dan keyakinan, bukan pada skor tunggal.

13.16 Strategi Diagnosis dan Remediasi

Subbab ini memusatkan perhatian pada strategi diagnosis dan remediasi sebagai bagian dari jejaring konsep bab. Tujuannya adalah membangun definisi yang presisi, mengidentifikasi batas penerapan, mengungkap pola miskonsepsi, dan menyediakan perangkat diagnosis serta remediasi yang dapat diterapkan di kelas XI.

13.16.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep

Secara epistemologis, strategi diagnosis dan remediasi dipahami sebagai integrasi asesmen diagnostik dan perubahan konseptual untuk termokimia. Penjelasan harus dimulai dari definisi yang dapat dioperasionalkan dalam pengamatan, perhitungan, dan komunikasi ilmiah. Batas konsep perlu dinyatakan agar istilah yang berdekatan tidak saling dipertukarkan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa jawaban numerik benar dianggap bukti pemahaman konseptual yang memadai. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti POE kalorimetri, peta konsep, dan wawancara dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi tes bertingkat dan indeks keyakinan. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi seluruh konsep termokimia. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk strategi diagnosis dan remediasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

13.16.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi seluruh konsep termokimia. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini

konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk strategi diagnosis dan remediasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam konteks laboratorium, strategi diagnosis dan remediasi dipahami sebagai integrasi asesmen diagnostik dan perubahan konseptual untuk termokimia. Konsep ini berada dalam jejaring pengetahuan, bukan unit hafalan yang berdiri sendiri. Prasyarat yang rapuh akan membuat peserta didik menggunakan aturan permukaan sebagai pengganti penalaran. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa jawaban numerik benar dianggap bukti pemahaman konseptual yang memadai. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti POE kalorimetri, peta konsep, dan wawancara dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi tes bertingkat dan indeks keyakinan. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

13.16.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan

Remediasi untuk strategi diagnosis dan remediasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus

menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Ketika peserta didik memecahkan soal, strategi diagnosis dan remediasi dipahami sebagai integrasi asesmen diagnostik dan perubahan konseptual untuk termokimia. Fenomena makroskopik berfungsi sebagai sumber bukti, tetapi tidak dengan sendirinya menjelaskan mekanisme. Pengamatan harus dipisahkan dari inferensi agar peserta didik tidak menganggap kesan inderawi sebagai definisi ilmiah. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa jawaban numerik benar dianggap bukti pemahaman konseptual yang memadai. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti POE kalorimetri, peta konsep, dan wawancara dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi tes bertingkat dan indeks keyakinan. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi seluruh konsep termokimia. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

13.16.4 Model Submikroskopik

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa jawaban numerik benar dianggap bukti pemahaman konseptual yang memadai. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti POE kalorimetri, peta konsep, dan wawancara dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi tes bertingkat dan indeks keyakinan. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi seluruh konsep termokimia. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk strategi diagnosis dan remediasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Untuk mencegah hafalan tanpa makna, strategi diagnosis dan remediasi dipahami sebagai integrasi asesmen diagnostik dan perubahan konseptual untuk termokimia. Model

submikroskopik menjelaskan perilaku partikel, interaksi, distribusi, dan perubahan yang tidak tampak langsung. Model harus disebut sebagai representasi dengan asumsi dan keterbatasan, bukan foto literal realitas. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

13.16.5 Bahasa Simbolik dan Matematis

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk strategi diagnosis dan remediasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam pembelajaran kimia SMA, strategi diagnosis dan remediasi dipahami sebagai integrasi asesmen diagnostik dan perubahan konseptual untuk termokimia. Simbol dan persamaan memadatkan hubungan kuantitatif, tetapi setiap tanda harus dihubungkan dengan makna fisisnya. Manipulasi aljabar tanpa interpretasi satuan, tanda, dan kondisi mudah menghasilkan jawaban benar secara kebetulan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa jawaban numerik benar dianggap bukti pemahaman konseptual yang memadai. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti POE kalorimetri, peta konsep, dan wawancara dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan

kemudian ke representasi tes bertingkat dan indeks keyakinan. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi seluruh konsep termokimia. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

13.16.6 Koordinasi Antarrepresentasi

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dari sudut pandang pedagogical content knowledge, strategi diagnosis dan remediasi dipahami sebagai integrasi asesmen diagnostik dan perubahan konseptual untuk termokimia. Pemahaman matang tampak ketika peserta didik dapat berpindah konsisten antara fenomena, partikel, simbol, grafik, dan bahasa verbal. Ketidakselarasan antarrepresentasi merupakan indikator penting adanya pengetahuan yang terfragmentasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa jawaban numerik benar dianggap bukti pemahaman konseptual yang memadai. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti POE kalorimetri, peta konsep, dan wawancara dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi tes bertingkat dan indeks keyakinan. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi seluruh konsep termokimia. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini

konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk strategi diagnosis dan remediasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

13.16.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas

Konteks seperti POE kalorimetri, peta konsep, dan wawancara dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi tes bertingkat dan indeks keyakinan. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi seluruh konsep termokimia. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk strategi diagnosis dan remediasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus

menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat makroskopik, strategi diagnosis dan remediasi dipahami sebagai integrasi asesmen diagnostik dan perubahan konseptual untuk termokimia. Contoh positif perlu dipasangkan dengan noncontoh dan kasus batas supaya kategori tidak dibangun dari satu ciri dangkal. Kasus batas menuntut peserta didik menjelaskan alasan, kondisi, dan tingkat idealisasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa jawaban numerik benar dianggap bukti pemahaman konseptual yang memadai. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

13.16.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk strategi diagnosis dan remediasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat submikroskopik, strategi diagnosis dan remediasi dipahami sebagai integrasi asesmen diagnostik dan perubahan konseptual untuk termokimia. Miskonsepsi inti biasanya masuk akal dari sudut pengalaman awal sehingga tidak efektif hanya diberi label salah. Guru perlu menemukan aturan intuitif yang digunakan dan menunjukkan di mana aturan itu gagal. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa jawaban numerik benar dianggap bukti pemahaman konseptual yang memadai. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti POE kalorimetri, peta konsep, dan wawancara dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi tes bertingkat dan indeks keyakinan. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi seluruh konsep termokimia. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

13.16.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif

Dalam representasi simbolik, strategi diagnosis dan remediasi dipahami sebagai integrasi asesmen diagnostik dan perubahan konseptual untuk termokimia. Satu jawaban salah dapat muncul dari beberapa pola penalaran alternatif yang berbeda. Variasi respons perlu dipetakan berdasarkan alasan, representasi, dan tingkat keyakinan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa jawaban numerik benar dianggap bukti pemahaman konseptual yang memadai. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti POE kalorimetri, peta konsep, dan wawancara dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi tes bertingkat dan indeks keyakinan. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi seluruh konsep termokimia. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk strategi diagnosis dan remediasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

13.16.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi seluruh konsep termokimia. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan

beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk strategi diagnosis dan remediasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara diagnostik, strategi diagnosis dan remediasi dipahami sebagai integrasi asesmen diagnostik dan perubahan konseptual untuk termokimia. Bahasa sehari-hari sering menggunakan kata yang sama dengan makna berbeda dari terminologi ilmiah. Peralihan register bahasa harus diajarkan eksplisit agar istilah familiar tidak membawa asumsi yang keliru. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa jawaban numerik benar dianggap bukti pemahaman konseptual yang memadai. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti POE kalorimetri, peta konsep, dan wawancara dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi tes bertingkat dan indeks keyakinan. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

13.16.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi

Remediasi untuk strategi diagnosis dan remediasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara epistemologis, strategi diagnosis dan remediasi dipahami sebagai integrasi asesmen diagnostik dan perubahan konseptual untuk termokimia. Gambar dan analogi dapat membantu sekaligus menyesatkan bila fitur pemetaan dan batasnya tidak dijelaskan. Peserta didik perlu diminta menyebutkan bagian analogi yang sesuai dan yang tidak sesuai. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa jawaban numerik benar dianggap bukti pemahaman konseptual yang memadai. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti POE kalorimetri, peta konsep, dan wawancara dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi tes bertingkat dan indeks keyakinan. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi seluruh konsep termokimia. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

13.16.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa jawaban numerik benar dianggap bukti pemahaman konseptual yang memadai. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti POE kalorimetri, peta konsep, dan wawancara dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi tes bertingkat dan indeks keyakinan. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi seluruh konsep termokimia. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk strategi diagnosis dan remediasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam konteks laboratorium, strategi diagnosis dan remediasi dipahami sebagai integrasi asesmen diagnostik dan perubahan konseptual untuk termokimia. Urutan buku teks, penyederhanaan guru, dan latihan algoritmik dapat memperkuat miskonsepsi secara tidak sengaja. Audit representasi dan bahasa pengajaran diperlukan sebelum menyalahkan peserta didik. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

13.16.13 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan

tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk strategi diagnosis dan remediasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Ketika peserta didik memecahkan soal, strategi diagnosis dan remediasi dipahami sebagai integrasi asesmen diagnostik dan perubahan konseptual untuk termokimia. Pertanyaan terbuka harus memancing prediksi, alasan, bukti, dan penjelasan mekanistik. Respons tertulis sebaiknya ditindaklanjuti dengan pertanyaan klarifikasi singkat. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa jawaban numerik benar dianggap bukti pemahaman konseptual yang memadai. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti POE kalorimetri, peta konsep, dan wawancara dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi tes bertingkat dan indeks keyakinan. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi seluruh konsep termokimia. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

13.16.14 *Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan*

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Untuk mencegah hafalan tanpa makna, strategi diagnosis dan remediasi dipahami sebagai integrasi asesmen diagnostik dan perubahan konseptual untuk termokimia. Tes bertingkat memisahkan pilihan jawaban, alasan, dan keyakinan sehingga tebakan dapat dibedakan dari pemahaman. Distraktor harus berasal dari pola konsepsi yang benar-benar ditemukan dalam wawancara atau literatur. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa jawaban numerik benar dianggap bukti pemahaman konseptual yang memadai. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti POE kalorimetri, peta konsep, dan wawancara dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi tes bertingkat dan indeks keyakinan. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi seluruh konsep termokimia. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk strategi diagnosis dan remediasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

13.16.15 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain

Konteks seperti POE kalorimetri, peta konsep, dan wawancara dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi tes bertingkat dan indeks keyakinan. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi seluruh konsep termokimia. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk strategi diagnosis dan remediasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam pembelajaran kimia SMA, strategi diagnosis dan remediasi dipahami sebagai integrasi asesmen diagnostik dan perubahan konseptual untuk termokimia. Tugas menggambar dan Predict-Observe-Explain mengungkap hubungan antara model mental dan fenomena.

Perbedaan prediksi dan observasi tidak otomatis mengubah konsep tanpa fase penjelasan dan rekonsiliasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa jawaban numerik benar dianggap bukti pemahaman konseptual yang memadai. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

13.16.16 Analisis Respons dan Peta Bukti

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk strategi diagnosis dan remediasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dari sudut pandang pedagogical content knowledge, strategi diagnosis dan remediasi dipahami sebagai integrasi asesmen diagnostik dan perubahan konseptual untuk termokimia. Analisis respons perlu menggunakan peta bukti, bukan keputusan berdasarkan satu butir. Konsistensi lintas konteks, representasi, dan waktu menentukan kuat-lemahnya klaim diagnostik. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa jawaban numerik benar dianggap bukti pemahaman konseptual yang memadai. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti POE kalorimetri, peta konsep, dan wawancara dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi tes bertingkat dan indeks keyakinan. Hubungan ini tidak bersifat

otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi seluruh konsep termokimia. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

13.16.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah

Pada tingkat makroskopik, strategi diagnosis dan remediasi dipahami sebagai integrasi asesmen diagnostik dan perubahan konseptual untuk termokimia. Konflik kognitif efektif bila anomali dipahami, relevan, dan diikuti model alternatif yang lebih produktif. Kejutan tanpa dukungan dapat membuat peserta didik mengabaikan data atau menghafal pengecualian. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa jawaban numerik benar dianggap bukti pemahaman konseptual yang memadai. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti POE kalorimetri, peta konsep, dan wawancara dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi tes bertingkat dan indeks keyakinan. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi seluruh konsep termokimia. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini

konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk strategi diagnosis dan remediasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

13.16.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi seluruh konsep termokimia. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk strategi diagnosis dan remediasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat submikroskopik, strategi diagnosis dan remediasi dipahami sebagai integrasi asesmen diagnostik dan perubahan konseptual untuk termokimia. Representasi majemuk harus dikoordinasikan, bukan sekadar ditampilkan berdampingan. Prompt penghubung perlu menanyakan apa yang tetap, berubah, dan diwakili pada setiap bentuk. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa jawaban numerik benar dianggap bukti pemahaman konseptual yang memadai. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti POE kalorimetri, peta konsep, dan wawancara dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi tes bertingkat dan indeks keyakinan. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

13.16.19 Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif

Remediasi untuk strategi diagnosis dan remediasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam representasi simbolik, strategi diagnosis dan remediasi dipahami sebagai integrasi asesmen diagnostik dan perubahan konseptual untuk termokimia. Praktikum, simulasi, dan argumentasi memberi ruang untuk menguji klaim dengan data. Kegiatan harus dirancang agar variabel, prediksi, ketidakpastian, dan batas model dibahas secara eksplisit. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa jawaban numerik benar dianggap bukti pemahaman konseptual yang memadai. Anggapan tersebut dapat bertahan

karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti POE kalorimetri, peta konsep, dan wawancara dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi tes bertingkat dan indeks keyakinan. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi seluruh konsep termokimia. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

13.16.20 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa jawaban numerik benar dianggap bukti pemahaman konseptual yang memadai. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti POE kalorimetri, peta konsep, dan wawancara dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi tes bertingkat dan indeks keyakinan. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi seluruh konsep termokimia. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat

untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk strategi diagnosis dan remediasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara diagnostik, strategi diagnosis dan remediasi dipahami sebagai integrasi asesmen diagnostik dan perubahan konseptual untuk termokimia. Perubahan konseptual dinilai melalui transfer ke masalah baru dan retensi setelah jeda waktu. Tindak lanjut harus membedakan penguasaan prosedur dari kemampuan menjelaskan dan mengevaluasi bukti. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Ringkasan Diagnostik 13.16

- Konsep sasaran: integrasi asesmen diagnostik dan perubahan konseptual untuk termokimia.
- Miskonsepsi prioritas: jawaban numerik benar dianggap bukti pemahaman konseptual yang memadai.
- Representasi minimum: fenomena POE kalorimetri, peta konsep, dan wawancara, model partikel, dan simbol tes bertingkat dan indeks keyakinan.
- Bukti minimum: satu pertanyaan terbuka, satu butir bertingkat, satu tugas representasi, dan satu konteks transfer.

- Keputusan pedagogis: remediasi didasarkan pada pola alasan dan keyakinan, bukan pada skor tunggal.

13.17 Sintesis Bab

Sintesis Bab 13 menegaskan bahwa konsep-konsep di dalamnya saling bergantung. Miskonsepsi yang tampak lokal sering berakar pada ketidakmampuan mengoordinasikan tingkat makroskopik, submikroskopik, simbolik, grafik, dan matematis. Karena itu, diagnosis perlu lintas representasi dan remediasi perlu menggabungkan bukti empiris, model, argumentasi, serta refleksi metakognitif. Perubahan konseptual dinilai melalui konsistensi alasan, transfer, dan retensi, bukan hanya peningkatan skor segera setelah pembelajaran.

Sintesis Bab 13 menegaskan bahwa konsep-konsep di dalamnya saling bergantung. Miskonsepsi yang tampak lokal sering berakar pada ketidakmampuan mengoordinasikan tingkat makroskopik, submikroskopik, simbolik, grafik, dan matematis. Karena itu, diagnosis perlu lintas representasi dan remediasi perlu menggabungkan bukti empiris, model, argumentasi, serta refleksi metakognitif. Perubahan konseptual dinilai melalui konsistensi alasan, transfer, dan retensi, bukan hanya peningkatan skor segera setelah pembelajaran.

Sintesis Bab 13 menegaskan bahwa konsep-konsep di dalamnya saling bergantung. Miskonsepsi yang tampak lokal sering berakar pada ketidakmampuan mengoordinasikan tingkat makroskopik, submikroskopik, simbolik, grafik, dan matematis. Karena itu, diagnosis perlu lintas representasi dan remediasi perlu menggabungkan bukti empiris, model, argumentasi, serta refleksi metakognitif. Perubahan konseptual dinilai melalui konsistensi alasan, transfer, dan retensi, bukan hanya peningkatan skor segera setelah pembelajaran.

Sintesis Bab 13 menegaskan bahwa konsep-konsep di dalamnya saling bergantung. Miskonsepsi yang tampak lokal sering berakar pada ketidakmampuan mengoordinasikan tingkat makroskopik, submikroskopik, simbolik, grafik, dan matematis. Karena itu, diagnosis perlu lintas representasi dan remediasi perlu menggabungkan bukti empiris, model, argumentasi, serta refleksi metakognitif. Perubahan konseptual dinilai melalui konsistensi alasan, transfer, dan retensi, bukan hanya peningkatan skor segera setelah pembelajaran.

Sintesis Bab 13 menegaskan bahwa konsep-konsep di dalamnya saling bergantung. Miskonsepsi yang tampak lokal sering berakar pada ketidakmampuan mengoordinasikan tingkat makroskopik, submikroskopik, simbolik, grafik, dan matematis. Karena itu, diagnosis perlu lintas representasi dan remediasi perlu menggabungkan bukti empiris, model, argumentasi, serta refleksi metakognitif. Perubahan konseptual dinilai melalui konsistensi alasan, transfer, dan retensi, bukan hanya peningkatan skor segera setelah pembelajaran.

Sintesis Bab 13 menegaskan bahwa konsep-konsep di dalamnya saling bergantung. Miskonsepsi yang tampak lokal sering berakar pada ketidakmampuan mengoordinasikan tingkat makroskopik, submikroskopik, simbolik, grafik, dan matematis. Karena itu, diagnosis perlu lintas representasi dan remediasi perlu menggabungkan bukti empiris, model, argumentasi, serta refleksi metakognitif. Perubahan konseptual dinilai melalui konsistensi alasan, transfer, dan retensi, bukan hanya peningkatan skor segera setelah pembelajaran.

Sintesis Bab 13 menegaskan bahwa konsep-konsep di dalamnya saling bergantung. Miskonsepsi yang tampak lokal sering berakar pada ketidakmampuan mengoordinasikan tingkat makroskopik, submikroskopik, simbolik, grafik, dan matematis. Karena itu, diagnosis perlu lintas representasi dan remediasi perlu menggabungkan bukti empiris, model, argumentasi, serta refleksi metakognitif. Perubahan konseptual dinilai melalui konsistensi alasan, transfer, dan retensi, bukan hanya peningkatan skor segera setelah pembelajaran.

Sintesis Bab 13 menegaskan bahwa konsep-konsep di dalamnya saling bergantung. Miskonsepsi yang tampak lokal sering berakar pada ketidakmampuan mengoordinasikan tingkat makroskopik, submikroskopik, simbolik, grafik, dan matematis. Karena itu, diagnosis perlu lintas representasi dan remediasi perlu menggabungkan bukti empiris, model, argumentasi, serta refleksi metakognitif. Perubahan konseptual dinilai melalui konsistensi alasan, transfer, dan retensi, bukan hanya peningkatan skor segera setelah pembelajaran.

Sintesis Bab 13 menegaskan bahwa konsep-konsep di dalamnya saling bergantung. Miskonsepsi yang tampak lokal sering berakar pada ketidakmampuan mengoordinasikan tingkat makroskopik, submikroskopik, simbolik, grafik, dan matematis. Karena itu, diagnosis perlu lintas representasi dan remediasi perlu menggabungkan bukti empiris, model, argumentasi, serta refleksi metakognitif. Perubahan konseptual dinilai melalui konsistensi alasan, transfer, dan retensi, bukan hanya peningkatan skor segera setelah pembelajaran.

Sintesis Bab 13 menegaskan bahwa konsep-konsep di dalamnya saling bergantung. Miskonsepsi yang tampak lokal sering berakar pada ketidakmampuan mengoordinasikan tingkat makroskopik, submikroskopik, simbolik, grafik, dan matematis. Karena itu, diagnosis perlu lintas representasi dan remediasi perlu menggabungkan bukti empiris, model, argumentasi, serta refleksi metakognitif. Perubahan konseptual dinilai melalui konsistensi alasan, transfer, dan retensi, bukan hanya peningkatan skor segera setelah pembelajaran.

Daftar Pustaka Bab 13

Atkins, P., de Paula, J., & Keeler, J. (2018). *Atkins' Physical Chemistry* (11th ed.). Oxford University Press.

Brown, T. L., LeMay, H. E., Bursten, B. E., Murphy, C. J., Woodward, P. M., & Stoltzfus, M. W. (2018). *Chemistry: The Central Science* (14th ed.). Pearson.

Flowers, P., Theopold, K., Langley, R., & Robinson, W. R. (2019). *Chemistry 2e*. OpenStax, Rice University. <https://openstax.org/details/books/chemistry-2e>

IUPAC. (2025). *Compendium of Chemical Terminology (the Gold Book)*, 5th ed. <https://goldbook.iupac.org/>

NIST. (2026). NIST Chemistry WebBook, SRD 69. <https://webbook.nist.gov/chemistry/>

Johnstone, A. H. (1991). Why is science difficult to learn? Things are seldom what they seem. *Journal of Computer Assisted Learning*, 7(2), 75-83. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2729.1991.tb00230.x>

Garnett, P. J., Garnett, P. J., & Hackling, M. W. (1995). Students' alternative conceptions in chemistry: A review of research and implications for teaching and learning. *Studies in Science Education*, 25(1), 69-96. <https://doi.org/10.1080/03057269508560003>

- Taber, K. S. (2002). *Chemical Misconceptions: Prevention, Diagnosis and Cure*. Royal Society of Chemistry.
- Kind, V. (2004). *Beyond Appearances: Students' Misconceptions about Basic Chemical Ideas* (2nd ed.). Royal Society of Chemistry.
- Treagust, D. F. (1988). Development and use of diagnostic tests to evaluate students' misconceptions in science. *International Journal of Science Education*, 10(2), 159-169. <https://doi.org/10.1080/0950069880100204>
- Driver, R., Squires, A., Rushworth, P., & Wood-Robinson, V. (1994). *Making Sense of Secondary Science*. Routledge.
- AAAS Project 2061. (2009). *Benchmarks for Science Literacy: Common student ideas and learning difficulties*. <https://www.project2061.org/publications/bsl/online/>
- Banerjee, A. C. (1991). Misconceptions of students and teachers in chemical equilibrium. *International Journal of Science Education*, 13(4), 487-494. <https://doi.org/10.1080/0950069910130411>
- Voska, K. W., & Heikkinen, H. W. (2000). Identification and analysis of student conceptions used to solve chemical equilibrium problems. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(2), 160-176. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-2736\(200002\)37:2<160::AID-TEA5>3.0.CO;2-K](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-2736(200002)37:2<160::AID-TEA5>3.0.CO;2-K)
- Thomas, P. L., & Schwenz, R. W. (1998). College physical chemistry students' conceptions of equilibrium and fundamental thermodynamics. *Journal of Research in Science Teaching*, 35(10), 1151-1160. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-2736\(199812\)35:10<1151::AID-TEA6>3.0.CO;2-K](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-2736(199812)35:10<1151::AID-TEA6>3.0.CO;2-K)
- Cakmakci, G. (2010). Identifying alternative conceptions of chemical kinetics among secondary school and undergraduate students in Turkey. *Journal of Chemical Education*, 87(4), 449-455. <https://doi.org/10.1021/ed8001336>
- Chemistry LibreTexts. (2026). *General Chemistry collections: thermochemistry, kinetics, equilibrium, and acid-base chemistry*. <https://chem.libretexts.org/>
- IUPAC. (1996). A glossary of terms used in chemical kinetics, including reaction dynamics. *Pure and Applied Chemistry*, 68(1), 149-192. <https://doi.org/10.1351/pac199668010149>
- IUPAC. (2007). *Glossary of terms used in physical organic chemistry*. *Pure and Applied Chemistry*. <https://doi.org/10.1351/goldbook>
- National Research Council. (2012). *A Framework for K-12 Science Education*. National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/13165>

BAB 14

MISKONSEPSI TENTANG LAJU REAKSI

Pengantar Bab

Bab ini mengkaji miskonsepsi pada laju reaksi. Pembahasan menghubungkan fenomena yang dapat diamati, model submikroskopik, bahasa simbolik-matematis, pola penalaran alternatif, sumber pembentukan miskonsepsi, bukti diagnosis, dan rancangan perubahan konseptual. Setiap subbab dikembangkan secara berkesinambungan tanpa pemisahan halaman yang tidak perlu; halaman baru diwajibkan hanya pada pergantian bab. Fokus utama adalah membedakan pengetahuan konseptual dari keberhasilan algoritmik serta memastikan bahwa interpretasi tanda, grafik, persamaan, dan model partikel tetap konsisten.

Bab ini mengkaji miskonsepsi pada laju reaksi. Pembahasan menghubungkan fenomena yang dapat diamati, model submikroskopik, bahasa simbolik-matematis, pola penalaran alternatif, sumber pembentukan miskonsepsi, bukti diagnosis, dan rancangan perubahan konseptual. Setiap subbab dikembangkan secara berkesinambungan tanpa pemisahan halaman yang tidak perlu; halaman baru diwajibkan hanya pada pergantian bab. Fokus utama adalah membedakan pengetahuan konseptual dari keberhasilan algoritmik serta memastikan bahwa interpretasi tanda, grafik, persamaan, dan model partikel tetap konsisten.

Bab ini mengkaji miskonsepsi pada laju reaksi. Pembahasan menghubungkan fenomena yang dapat diamati, model submikroskopik, bahasa simbolik-matematis, pola penalaran alternatif, sumber pembentukan miskonsepsi, bukti diagnosis, dan rancangan perubahan konseptual. Setiap subbab dikembangkan secara berkesinambungan tanpa pemisahan halaman yang tidak perlu; halaman baru diwajibkan hanya pada pergantian bab. Fokus utama adalah membedakan pengetahuan konseptual dari keberhasilan algoritmik serta memastikan bahwa interpretasi tanda, grafik, persamaan, dan model partikel tetap konsisten.

Peta Konseptual dan Alur Pembahasan

Alur bab bergerak dari definisi dan prasyarat menuju representasi, miskonsepsi, sumber, diagnosis, remediasi, serta transfer-retensi. Hubungan antarsubbab diperlakukan sebagai jejaring: konsep awal berfungsi sebagai prasyarat bagi konsep berikutnya, sedangkan strategi diagnosis dan remediasi mensintesis seluruh jejaring tersebut.

14.1 Makna Laju Reaksi

Subbab ini memusatkan perhatian pada makna laju reaksi sebagai bagian dari jejaring konsep bab. Tujuannya adalah membangun definisi yang presisi, mengidentifikasi batas penerapan, mengungkap pola miskonsepsi, dan menyediakan perangkat diagnosis serta remediasi yang dapat diterapkan di kelas XI.

14.1.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa laju dianggap jumlah produk akhir atau waktu reaksi semata. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban

cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti hilangnya warna, terbentuknya gas, dan perubahan massa dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $v = -(1/v_R)d[R]/dt = (1/v_P)d[P]/dt$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi stoikiometri, fungsi, dan perubahan terhadap waktu. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk makna laju reaksi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dari sudut pandang pedagogical content knowledge, makna laju reaksi dipahami sebagai ukuran perubahan jumlah atau konsentrasi spesies per satuan waktu dengan memperhatikan koefisien stoikiometri. Penjelasan harus dimulai dari definisi yang dapat dioperasionalkan dalam pengamatan, perhitungan, dan komunikasi ilmiah. Batas konsep perlu dinyatakan agar istilah yang berdekatan tidak saling dipertukarkan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

14.1.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk makna laju reaksi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat makroskopik, makna laju reaksi dipahami sebagai ukuran perubahan jumlah atau konsentrasi spesies per satuan waktu dengan memperhatikan koefisien stoikiometri. Konsep ini berada dalam jejaring pengetahuan, bukan unit hafalan yang berdiri sendiri. Prasyarat yang rapuh akan membuat peserta didik menggunakan aturan permukaan sebagai pengganti penalaran. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa laju dianggap jumlah produk akhir atau waktu reaksi semata. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti hilangnya warna, terbentuknya gas, dan perubahan massa dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $v = -(1/v_R)d[R]/dt = (1/v_P)d[P]/dt$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi stoikiometri, fungsi, dan perubahan terhadap waktu. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga

pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

14.1.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat submikroskopik, makna laju reaksi dipahami sebagai ukuran perubahan jumlah atau konsentrasi spesies per satuan waktu dengan memperhatikan koefisien stoikiometri. Fenomena makroskopik berfungsi sebagai sumber bukti, tetapi tidak dengan sendirinya menjelaskan mekanisme. Pengamatan harus dipisahkan dari inferensi agar peserta didik tidak menganggap kesan inderawi sebagai definisi ilmiah. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa laju dianggap jumlah produk akhir atau waktu reaksi semata. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti hilangnya warna, terbentuknya gas, dan perubahan massa dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $v = -(1/v_R)d[R]/dt = (1/v_P)d[P]/dt$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi stoikiometri, fungsi, dan perubahan terhadap waktu. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya,

jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk makna laju reaksi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

14.1.4 Model Submikroskopik

Konteks seperti hilangnya warna, terbentuknya gas, dan perubahan massa dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $v = -(1/v_R)d[R]/dt = (1/v_P)d[P]/dt$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi stoikiometri, fungsi, dan perubahan terhadap waktu. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk makna laju reaksi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam representasi simbolik, makna laju reaksi dipahami sebagai ukuran perubahan jumlah atau konsentrasi spesies per satuan waktu dengan memperhatikan koefisien stoikiometri. Model submikroskopik menjelaskan perilaku partikel, interaksi, distribusi, dan perubahan yang tidak tampak langsung. Model harus disebut sebagai representasi dengan asumsi dan keterbatasan, bukan foto literal realitas. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa laju dianggap jumlah produk akhir atau waktu reaksi semata. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

14.1.5 Bahasa Simbolik dan Matematis

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk makna laju reaksi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara diagnostik, makna laju reaksi dipahami sebagai ukuran perubahan jumlah atau konsentrasi spesies per satuan waktu dengan memperhatikan koefisien stoikiometri. Simbol dan persamaan memadatkan hubungan kuantitatif, tetapi setiap tanda harus dihubungkan dengan makna fisisnya. Manipulasi aljabar tanpa interpretasi satuan, tanda, dan kondisi mudah menghasilkan jawaban benar secara kebetulan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa laju dianggap jumlah produk akhir atau waktu reaksi semata. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti hilangnya warna, terbentuknya gas, dan perubahan massa dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $v = -(1/v_R)d[R]/dt = (1/v_P)d[P]/dt$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi stoikiometri, fungsi, dan perubahan terhadap waktu. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

14.1.6 Koordinasi Antarrepresentasi

Secara epistemologis, makna laju reaksi dipahami sebagai ukuran perubahan jumlah atau konsentrasi spesies per satuan waktu dengan memperhatikan koefisien stoikiometri. Pemahaman matang tampak ketika peserta didik dapat berpindah konsisten antara fenomena, partikel, simbol, grafik, dan bahasa verbal. Ketidakselarasan antarrepresentasi merupakan indikator penting adanya pengetahuan yang terfragmentasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa laju dianggap jumlah produk akhir atau waktu reaksi semata. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti hilangnya warna, terbentuknya gas, dan perubahan massa dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $v = -(1/v_R)d[R]/dt = (1/v_P)d[P]/dt$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi stoikiometri, fungsi, dan perubahan terhadap waktu. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk makna laju reaksi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

14.1.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi stoikiometri, fungsi, dan perubahan terhadap waktu. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk makna laju reaksi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan

membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam konteks laboratorium, makna laju reaksi dipahami sebagai ukuran perubahan jumlah atau konsentrasi spesies per satuan waktu dengan memperhatikan koefisien stoikiometri. Contoh positif perlu dipasangkan dengan noncontoh dan kasus batas supaya kategori tidak dibangun dari satu ciri dangkal. Kasus batas menuntut peserta didik menjelaskan alasan, kondisi, dan tingkat idealisasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa laju dianggap jumlah produk akhir atau waktu reaksi semata. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti hilangnya warna, terbentuknya gas, dan perubahan massa dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $v = -(1/v_R)d[R]/dt = (1/v_P)d[P]/dt$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

14.1.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul

Remediasi untuk makna laju reaksi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Ketika peserta didik memecahkan soal, makna laju reaksi dipahami sebagai ukuran perubahan jumlah atau konsentrasi spesies per satuan waktu dengan memperhatikan koefisien stoikiometri. Miskonsepsi inti biasanya masuk akal dari sudut pengalaman awal sehingga tidak efektif hanya diberi label salah. Guru perlu menemukan aturan intuitif yang digunakan dan menunjukkan di mana aturan itu gagal. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa laju dianggap jumlah produk akhir atau waktu reaksi semata. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti hilangnya warna, terbentuknya gas, dan perubahan massa dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $v = -(1/v_R)d[R]/dt = (1/v_P)d[P]/dt$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi stoikiometri, fungsi, dan perubahan terhadap waktu. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

14.1.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa laju dianggap jumlah produk akhir atau waktu reaksi semata. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti hilangnya warna, terbentuknya gas, dan perubahan massa dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $v = -(1/v_R)d[R]/dt = (1/v_P)d[P]/dt$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi stoikiometri, fungsi, dan perubahan terhadap waktu. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga

pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk makna laju reaksi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Untuk mencegah hafalan tanpa makna, makna laju reaksi dipahami sebagai ukuran perubahan jumlah atau konsentrasi spesies per satuan waktu dengan memperhatikan koefisien stoikiometri. Satu jawaban salah dapat muncul dari beberapa pola penalaran alternatif yang berbeda. Variasi respons perlu dipetakan berdasarkan alasan, representasi, dan tingkat keyakinan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

14.1.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya,

jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk makna laju reaksi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam pembelajaran kimia SMA, makna laju reaksi dipahami sebagai ukuran perubahan jumlah atau konsentrasi spesies per satuan waktu dengan memperhatikan koefisien stoikiometri. Bahasa sehari-hari sering menggunakan kata yang sama dengan makna berbeda dari terminologi ilmiah. Peralihan register bahasa harus diajarkan eksplisit agar istilah familiar tidak membawa asumsi yang keliru. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa laju dianggap jumlah produk akhir atau waktu reaksi semata. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti hilangnya warna, terbentuknya gas, dan perubahan massa dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $v = -(1/v_R)d[R]/dt = (1/v_P)d[P]/dt$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi stoikiometri, fungsi, dan perubahan terhadap waktu. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

14.1.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dari sudut pandang pedagogical content knowledge, makna laju reaksi dipahami sebagai ukuran perubahan jumlah atau konsentrasi spesies per satuan waktu dengan memperhatikan koefisien

stoikiometri. Gambar dan analogi dapat membantu sekaligus menyesatkan bila fitur pemetaan dan batasnya tidak dijelaskan. Peserta didik perlu diminta menyebutkan bagian analogi yang sesuai dan yang tidak sesuai. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa laju dianggap jumlah produk akhir atau waktu reaksi semata. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti hilangnya warna, terbentuknya gas, dan perubahan massa dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $v = -(1/v_R)d[R]/dt = (1/v_P)d[P]/dt$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi stoikiometri, fungsi, dan perubahan terhadap waktu. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk makna laju reaksi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

14.1.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran

Konteks seperti hilangnya warna, terbentuknya gas, dan perubahan massa dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $v = -(1/v_R)d[R]/dt = (1/v_P)d[P]/dt$. Hubungan ini

tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi stoikiometri, fungsi, dan perubahan terhadap waktu. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk makna laju reaksi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat makroskopik, makna laju reaksi dipahami sebagai ukuran perubahan jumlah atau konsentrasi spesies per satuan waktu dengan memperhatikan koefisien stoikiometri. Urutan buku teks, penyederhanaan guru, dan latihan algoritmik dapat memperkuat miskonsepsi secara tidak sengaja. Audit representasi dan bahasa pengajaran diperlukan sebelum menyalahkan peserta didik. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa laju dianggap jumlah produk akhir atau waktu reaksi semata. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

14.1.13 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk makna laju reaksi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat submikroskopik, makna laju reaksi dipahami sebagai ukuran perubahan jumlah atau konsentrasi spesies per satuan waktu dengan memperhatikan koefisien stoikiometri. Pertanyaan terbuka harus memancing prediksi, alasan, bukti, dan penjelasan mekanistik. Respons tertulis sebaiknya ditindaklanjuti dengan pertanyaan klarifikasi singkat. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa laju dianggap jumlah produk akhir atau waktu reaksi semata. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti hilangnya warna, terbentuknya gas, dan perubahan massa dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $v = -(1/v_R)d[R]/dt = (1/v_P)d[P]/dt$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi stoikiometri, fungsi, dan perubahan terhadap waktu. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini

konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

14.1.14 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan

Dalam representasi simbolik, makna laju reaksi dipahami sebagai ukuran perubahan jumlah atau konsentrasi spesies per satuan waktu dengan memperhatikan koefisien stoikiometri. Tes bertingkat memisahkan pilihan jawaban, alasan, dan keyakinan sehingga tebakan dapat dibedakan dari pemahaman. Distraktor harus berasal dari pola konsepsi yang benar-benar ditemukan dalam wawancara atau literatur. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa laju dianggap jumlah produk akhir atau waktu reaksi semata. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti hilangnya warna, terbentuknya gas, dan perubahan massa dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $v = -(1/v_R)d[R]/dt = (1/v_P)d[P]/dt$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi stoikiometri, fungsi, dan perubahan terhadap waktu. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk makna laju reaksi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan

membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

14.1.15 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi stoikiometri, fungsi, dan perubahan terhadap waktu. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk makna laju reaksi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara diagnostik, makna laju reaksi dipahami sebagai ukuran perubahan jumlah atau konsentrasi spesies per satuan waktu dengan memperhatikan koefisien stoikiometri. Tugas menggambar dan Predict-Observe-Explain mengungkap hubungan antara model mental dan fenomena. Perbedaan prediksi dan observasi tidak otomatis mengubah konsep tanpa fase penjelasan dan rekonsiliasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa laju dianggap jumlah produk akhir atau waktu reaksi semata. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti hilangnya warna, terbentuknya gas, dan perubahan massa dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $v = -(1/v_R)d[R]/dt = (1/v_P)d[P]/dt$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

14.1.16 Analisis Respons dan Peta Bukti

Remediasi untuk makna laju reaksi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara epistemologis, makna laju reaksi dipahami sebagai ukuran perubahan jumlah atau konsentrasi spesies per satuan waktu dengan memperhatikan koefisien stoikiometri. Analisis respons perlu menggunakan peta bukti, bukan keputusan berdasarkan satu butir. Konsistensi lintas konteks, representasi, dan waktu menentukan kuat-lemahnya klaim diagnostik. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa laju dianggap jumlah produk akhir atau waktu reaksi semata. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti hilangnya warna, terbentuknya gas, dan perubahan massa dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $v = -(1/v_R)d[R]/dt = (1/v_P)d[P]/dt$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi stoikiometri, fungsi, dan perubahan terhadap waktu. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil,

remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

14.1.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa laju dianggap jumlah produk akhir atau waktu reaksi semata. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti hilangnya warna, terbentuknya gas, dan perubahan massa dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $v = -(1/v_R)d[R]/dt = (1/v_P)d[P]/dt$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi stoikiometri, fungsi, dan perubahan terhadap waktu. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya,

jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk makna laju reaksi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam konteks laboratorium, makna laju reaksi dipahami sebagai ukuran perubahan jumlah atau konsentrasi spesies per satuan waktu dengan memperhatikan koefisien stoikiometri. Konflik kognitif efektif bila anomali dipahami, relevan, dan diikuti model alternatif yang lebih produktif. Kejutan tanpa dukungan dapat membuat peserta didik mengabaikan data atau menghafal pengecualian. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

14.1.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk makna laju reaksi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Ketika peserta didik memecahkan soal, makna laju reaksi dipahami sebagai ukuran perubahan jumlah atau konsentrasi spesies per satuan waktu dengan memperhatikan koefisien stoikiometri. Representasi majemuk harus dikoordinasikan, bukan sekadar ditampilkan berdampingan. Prompt penghubung perlu menanyakan apa yang tetap, berubah, dan diwakili pada setiap bentuk. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa laju dianggap jumlah produk akhir atau waktu reaksi semata. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti hilangnya warna, terbentuknya gas, dan perubahan massa dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $v = -(1/v_R)d[R]/dt = (1/v_P)d[P]/dt$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi stoikiometri, fungsi, dan perubahan terhadap waktu. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

14.1.19 Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Untuk mencegah hafalan tanpa makna, makna laju reaksi dipahami sebagai ukuran perubahan jumlah atau konsentrasi spesies per satuan waktu dengan memperhatikan koefisien stoikiometri. Praktikum, simulasi, dan argumentasi memberi ruang untuk menguji klaim dengan data. Kegiatan harus dirancang agar variabel, prediksi, ketidakpastian, dan batas model dibahas secara eksplisit. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa laju dianggap jumlah produk akhir atau waktu reaksi semata. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti hilangnya warna, terbentuknya gas, dan perubahan massa dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke

model partikel dan kemudian ke representasi $v = -(1/v_R)d[R]/dt = (1/v_P)d[P]/dt$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi stoikiometri, fungsi, dan perubahan terhadap waktu. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk makna laju reaksi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

14.1.20 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut

Konteks seperti hilangnya warna, terbentuknya gas, dan perubahan massa dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $v = -(1/v_R)d[R]/dt = (1/v_P)d[P]/dt$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi stoikiometri, fungsi, dan perubahan terhadap waktu. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh

Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk makna laju reaksi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam pembelajaran kimia SMA, makna laju reaksi dipahami sebagai ukuran perubahan jumlah atau konsentrasi spesies per satuan waktu dengan memperhatikan koefisien stoikiometri. Perubahan konseptual dinilai melalui transfer ke masalah baru dan retensi setelah jeda waktu. Tindak lanjut harus membedakan penguasaan prosedur dari kemampuan menjelaskan dan mengevaluasi bukti. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa laju dianggap jumlah produk akhir atau waktu reaksi semata. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Ringkasan Diagnostik 14.1

- Konsep sasaran: ukuran perubahan jumlah atau konsentrasi spesies per satuan waktu dengan memperhatikan koefisien stoikiometri.
- Miskonsepsi prioritas: laju dianggap jumlah produk akhir atau waktu reaksi semata.
- Representasi minimum: fenomena hilangnya warna, terbentuknya gas, dan perubahan massa, model partikel, dan simbol $v = -(1/v_R)d[R]/dt = (1/v_P)d[P]/dt$.
- Bukti minimum: satu pertanyaan terbuka, satu butir bertingkat, satu tugas representasi, dan satu konteks transfer.
- Keputusan pedagogis: remediasi didasarkan pada pola alasan dan keyakinan, bukan pada skor tunggal.

14.2 Perubahan Konsentrasi terhadap Waktu

Subbab ini memusatkan perhatian pada perubahan konsentrasi terhadap waktu sebagai bagian dari jejaring konsep bab. Tujuannya adalah membangun definisi yang presisi, mengidentifikasi batas penerapan, mengungkap pola miskonsepsi, dan menyediakan perangkat diagnosis serta remediasi yang dapat diterapkan di kelas XI.

14.2.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep

Konteks seperti dekomposisi, reaksi pewarna, dan pembentukan gas dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $[X](t)$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi konsentrasi, waktu, dan grafik. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk perubahan konsentrasi terhadap waktu perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat makroskopik, perubahan konsentrasi terhadap waktu dipahami sebagai hubungan dinamis konsentrasi reaktan dan produk selama reaksi berlangsung. Penjelasan harus dimulai dari definisi yang dapat dioperasionalkan dalam pengamatan, perhitungan, dan komunikasi

ilmiah. Batas konsep perlu dinyatakan agar istilah yang berdekatan tidak saling dipertukarkan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa grafik konsentrasi dianggap selalu linear dan konsentrasi produk harus sama dengan konsentrasi reaktan. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

14.2.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk perubahan konsentrasi terhadap waktu perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat submikroskopik, perubahan konsentrasi terhadap waktu dipahami sebagai hubungan dinamis konsentrasi reaktan dan produk selama reaksi berlangsung. Konsep ini berada dalam jejaring pengetahuan, bukan unit hafalan yang berdiri sendiri. Prasyarat yang rapuh akan membuat peserta didik menggunakan aturan permukaan sebagai pengganti penalaran. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa grafik konsentrasi dianggap selalu linear dan konsentrasi produk harus sama dengan konsentrasi reaktan. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti dekomposisi, reaksi pewarna, dan pembentukan gas dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $[X](t)$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik

perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi konsentrasi, waktu, dan grafik. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

14.2.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan

Dalam representasi simbolik, perubahan konsentrasi terhadap waktu dipahami sebagai hubungan dinamis konsentrasi reaktan dan produk selama reaksi berlangsung. Fenomena makroskopik berfungsi sebagai sumber bukti, tetapi tidak dengan sendirinya menjelaskan mekanisme. Pengamatan harus dipisahkan dari inferensi agar peserta didik tidak menganggap kesan inderawi sebagai definisi ilmiah. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa grafik konsentrasi dianggap selalu linear dan konsentrasi produk harus sama dengan konsentrasi reaktan. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti dekomposisi, reaksi pewarna, dan pembentukan gas dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $[X](t)$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi konsentrasi, waktu, dan grafik. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini

konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk perubahan konsentrasi terhadap waktu perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

14.2.4 Model Submikroskopik

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi konsentrasi, waktu, dan grafik. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk perubahan konsentrasi terhadap waktu perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara diagnostik, perubahan konsentrasi terhadap waktu dipahami sebagai hubungan dinamis konsentrasi reaktan dan produk selama reaksi berlangsung. Model submikroskopik menjelaskan perilaku partikel, interaksi, distribusi, dan perubahan yang tidak tampak langsung. Model harus disebut sebagai representasi dengan asumsi dan keterbatasan, bukan foto literal realitas. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa grafik konsentrasi dianggap selalu linear dan konsentrasi produk harus sama dengan konsentrasi reaktan. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti dekomposisi, reaksi pewarna, dan pembentukan gas dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $[X](t)$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

14.2.5 Bahasa Simbolik dan Matematis

Remediasi untuk perubahan konsentrasi terhadap waktu perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara epistemologis, perubahan konsentrasi terhadap waktu dipahami sebagai hubungan dinamis konsentrasi reaktan dan produk selama reaksi berlangsung. Simbol dan persamaan memadatkan hubungan kuantitatif, tetapi setiap tanda harus dihubungkan dengan makna fisisnya. Manipulasi aljabar tanpa interpretasi satuan, tanda, dan kondisi mudah menghasilkan jawaban benar secara kebetulan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa grafik konsentrasi dianggap selalu linear dan konsentrasi produk harus sama dengan konsentrasi reaktan. Anggapan

tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti dekomposisi, reaksi pewarna, dan pembentukan gas dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $[X](t)$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi konsentrasi, waktu, dan grafik. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

14.2.6 Koordinasi Antarrepresentasi

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa grafik konsentrasi dianggap selalu linear dan konsentrasi produk harus sama dengan konsentrasi reaktan. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti dekomposisi, reaksi pewarna, dan pembentukan gas dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $[X](t)$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi konsentrasi, waktu, dan grafik. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat

untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk perubahan konsentrasi terhadap waktu perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam konteks laboratorium, perubahan konsentrasi terhadap waktu dipahami sebagai hubungan dinamis konsentrasi reaktan dan produk selama reaksi berlangsung. Pemahaman matang tampak ketika peserta didik dapat berpindah konsisten antara fenomena, partikel, simbol, grafik, dan bahasa verbal. Ketidakselarasan antarrepresentasi merupakan indikator penting adanya pengetahuan yang terfragmentasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

14.2.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan

beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk perubahan konsentrasi terhadap waktu perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Ketika peserta didik memecahkan soal, perubahan konsentrasi terhadap waktu dipahami sebagai hubungan dinamis konsentrasi reaktan dan produk selama reaksi berlangsung. Contoh positif perlu dipasangkan dengan noncontoh dan kasus batas supaya kategori tidak dibangun dari satu ciri dangkal. Kasus batas menuntut peserta didik menjelaskan alasan, kondisi, dan tingkat idealisasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa grafik konsentrasi dianggap selalu linear dan konsentrasi produk harus sama dengan konsentrasi reaktan. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti dekomposisi, reaksi pewarna, dan pembentukan gas dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $[X](t)$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi konsentrasi, waktu, dan grafik. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

14.2.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Untuk mencegah hafalan tanpa makna, perubahan konsentrasi terhadap waktu dipahami sebagai hubungan dinamis konsentrasi reaktan dan produk selama reaksi berlangsung. Miskonsepsi ini biasanya masuk akal dari sudut pengalaman awal sehingga tidak efektif hanya diberi label salah. Guru perlu menemukan aturan intuitif yang digunakan dan menunjukkan di mana aturan itu gagal. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa grafik konsentrasi dianggap selalu linear dan konsentrasi produk harus sama dengan konsentrasi reaktan. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti dekomposisi, reaksi pewarna, dan pembentukan gas dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $[X](t)$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi konsentrasi, waktu, dan grafik. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk perubahan konsentrasi terhadap waktu perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

14.2.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif

Konteks seperti dekomposisi, reaksi pewarna, dan pembentukan gas dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $[X](t)$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi konsentrasi, waktu, dan grafik. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk perubahan konsentrasi terhadap waktu perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam pembelajaran kimia SMA, perubahan konsentrasi terhadap waktu dipahami sebagai hubungan dinamis konsentrasi reaktan dan produk selama reaksi berlangsung. Satu jawaban salah dapat muncul dari beberapa pola penalaran alternatif yang berbeda. Variasi respons perlu dipetakan berdasarkan alasan, representasi, dan tingkat keyakinan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa grafik konsentrasi dianggap selalu linear dan konsentrasi produk harus sama dengan konsentrasi reaktan. Anggapan

tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

14.2.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk perubahan konsentrasi terhadap waktu perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dari sudut pandang pedagogical content knowledge, perubahan konsentrasi terhadap waktu dipahami sebagai hubungan dinamis konsentrasi reaktan dan produk selama reaksi berlangsung. Bahasa sehari-hari sering menggunakan kata yang sama dengan makna berbeda dari terminologi ilmiah. Peralihan register bahasa harus diajarkan eksplisit agar istilah familiar tidak membawa asumsi yang keliru. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa grafik konsentrasi dianggap selalu linear dan konsentrasi produk harus sama dengan konsentrasi reaktan. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti dekomposisi, reaksi pewarna, dan pembentukan gas dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $[X](t)$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi konsentrasi, waktu, dan grafik. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya

dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

14.2.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi

Pada tingkat makroskopik, perubahan konsentrasi terhadap waktu dipahami sebagai hubungan dinamis konsentrasi reaktan dan produk selama reaksi berlangsung. Gambar dan analogi dapat membantu sekaligus menyesatkan bila fitur pemetaan dan batasnya tidak dijelaskan. Peserta didik perlu diminta menyebut bagian analogi yang sesuai dan yang tidak sesuai. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa grafik konsentrasi dianggap selalu linear dan konsentrasi produk harus sama dengan konsentrasi reaktan. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti dekomposisi, reaksi pewarna, dan pembentukan gas dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $[X](t)$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi konsentrasi, waktu, dan grafik. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan

beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk perubahan konsentrasi terhadap waktu perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

14.2.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi konsentrasi, waktu, dan grafik. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk perubahan konsentrasi terhadap waktu perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat submikroskopik, perubahan konsentrasi terhadap waktu dipahami sebagai hubungan dinamis konsentrasi reaktan dan produk selama reaksi berlangsung. Urutan buku teks, penyederhanaan guru, dan latihan algoritmik dapat memperkuat miskonsepsi secara tidak sengaja. Audit representasi dan bahasa pengajaran diperlukan sebelum menyalahkan peserta didik. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa grafik konsentrasi dianggap selalu linear dan konsentrasi produk harus sama dengan konsentrasi reaktan. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti dekomposisi, reaksi pewarna, dan pembentukan gas dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $[X](t)$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

14.2.13 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka

Remediasi untuk perubahan konsentrasi terhadap waktu perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam representasi simbolik, perubahan konsentrasi terhadap waktu dipahami sebagai hubungan dinamis konsentrasi reaktan dan produk selama reaksi berlangsung. Pertanyaan terbuka harus memancing prediksi, alasan, bukti, dan penjelasan mekanistik. Respons tertulis sebaiknya ditindaklanjuti dengan pertanyaan klarifikasi singkat. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa grafik konsentrasi dianggap selalu linear dan konsentrasi produk harus sama dengan konsentrasi reaktan. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti dekomposisi, reaksi pewarna, dan pembentukan gas dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $[X](t)$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi konsentrasi, waktu, dan grafik. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

14.2.14 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa grafik konsentrasi dianggap selalu linear dan konsentrasi produk harus sama dengan konsentrasi reaktan. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti dekomposisi, reaksi pewarna, dan pembentukan gas dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $[X](t)$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi konsentrasi, waktu, dan grafik. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk perubahan konsentrasi terhadap waktu perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara diagnostik, perubahan konsentrasi terhadap waktu dipahami sebagai hubungan dinamis konsentrasi reaktan dan produk selama reaksi berlangsung. Tes bertingkat memisahkan pilihan jawaban, alasan, dan keyakinan sehingga tebakan dapat dibedakan dari pemahaman. Distraktor harus berasal dari pola konsepsi yang benar-benar ditemukan dalam wawancara atau literatur. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

14.2.15 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk perubahan konsentrasi terhadap waktu perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara epistemologis, perubahan konsentrasi terhadap waktu dipahami sebagai hubungan dinamis konsentrasi reaktan dan produk selama reaksi berlangsung. Tugas menggambar dan Predict-Observe-Explain mengungkap hubungan antara model mental dan fenomena. Perbedaan prediksi dan observasi tidak otomatis mengubah konsep tanpa fase penjelasan dan rekonsiliasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa grafik konsentrasi dianggap selalu linear dan konsentrasi produk harus sama dengan konsentrasi reaktan. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti dekomposisi, reaksi pewarna, dan pembentukan gas dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $[X](t)$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi konsentrasi, waktu, dan grafik. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

14.2.16 Analisis Respons dan Peta Bukti

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam konteks laboratorium, perubahan konsentrasi terhadap waktu dipahami sebagai hubungan dinamis konsentrasi reaktan dan produk selama reaksi berlangsung. Analisis respons perlu menggunakan peta bukti, bukan keputusan berdasarkan satu butir. Konsistensi lintas

konteks, representasi, dan waktu menentukan kuat-lemahnya klaim diagnostik. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa grafik konsentrasi dianggap selalu linear dan konsentrasi produk harus sama dengan konsentrasi reaktan. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti dekomposisi, reaksi pewarna, dan pembentukan gas dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $[X](t)$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi konsentrasi, waktu, dan grafik. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk perubahan konsentrasi terhadap waktu perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

14.2.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah

Konteks seperti dekomposisi, reaksi pewarna, dan pembentukan gas dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $[X](t)$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik

perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi konsentrasi, waktu, dan grafik. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk perubahan konsentrasi terhadap waktu perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Ketika peserta didik memecahkan soal, perubahan konsentrasi terhadap waktu dipahami sebagai hubungan dinamis konsentrasi reaktan dan produk selama reaksi berlangsung. Konflik kognitif efektif bila anomali dipahami, relevan, dan diikuti model alternatif yang lebih produktif. Kejutan tanpa dukungan dapat membuat peserta didik mengabaikan data atau menghafal pengecualian. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa grafik konsentrasi dianggap selalu linear dan konsentrasi produk harus sama dengan konsentrasi reaktan. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

14.2.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk perubahan konsentrasi terhadap waktu perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Untuk mencegah hafalan tanpa makna, perubahan konsentrasi terhadap waktu dipahami sebagai hubungan dinamis konsentrasi reaktan dan produk selama reaksi berlangsung. Representasi majemuk harus dikoordinasikan, bukan sekadar ditampilkan berdampingan. Prompt penghubung perlu menanyakan apa yang tetap, berubah, dan diwakili pada setiap bentuk. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa grafik konsentrasi dianggap selalu linear dan konsentrasi produk harus sama dengan konsentrasi reaktan. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti dekomposisi, reaksi pewarna, dan pembentukan gas dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $[X](t)$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi konsentrasi, waktu, dan grafik. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan

tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

14.2.19 Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif

Dalam pembelajaran kimia SMA, perubahan konsentrasi terhadap waktu dipahami sebagai hubungan dinamis konsentrasi reaktan dan produk selama reaksi berlangsung. Praktikum, simulasi, dan argumentasi memberi ruang untuk menguji klaim dengan data. Kegiatan harus dirancang agar variabel, prediksi, ketidakpastian, dan batas model dibahas secara eksplisit. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa grafik konsentrasi dianggap selalu linear dan konsentrasi produk harus sama dengan konsentrasi reaktan. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti dekomposisi, reaksi pewarna, dan pembentukan gas dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $[X](t)$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi konsentrasi, waktu, dan grafik. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk perubahan konsentrasi terhadap waktu perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

14.2.20 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi konsentrasi, waktu, dan grafik. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk perubahan konsentrasi terhadap waktu perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dari sudut pandang pedagogical content knowledge, perubahan konsentrasi terhadap waktu dipahami sebagai hubungan dinamis konsentrasi reaktan dan produk selama reaksi berlangsung. Perubahan konseptual dinilai melalui transfer ke masalah baru dan retensi setelah jeda waktu. Tindak lanjut harus membedakan penguasaan prosedur dari kemampuan

menjelaskan dan mengevaluasi bukti. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa grafik konsentrasi dianggap selalu linear dan konsentrasi produk harus sama dengan konsentrasi reaktan. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti dekomposisi, reaksi pewarna, dan pembentukan gas dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $[X](t)$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Ringkasan Diagnostik 14.2

- Konsep sasaran: hubungan dinamis konsentrasi reaktan dan produk selama reaksi berlangsung.
- Miskonsepsi prioritas: grafik konsentrasi dianggap selalu linear dan konsentrasi produk harus sama dengan konsentrasi reaktan.
- Representasi minimum: fenomena dekomposisi, reaksi pewarna, dan pembentukan gas, model partikel, dan simbol $[X](t)$.
- Bukti minimum: satu pertanyaan terbuka, satu butir bertingkat, satu tugas representasi, dan satu konteks transfer.
- Keputusan pedagogis: remediasi didasarkan pada pola alasan dan keyakinan, bukan pada skor tunggal.

14.3 Laju Rata-rata dan Laju Sesaat

Subbab ini memusatkan perhatian pada laju rata-rata dan laju sesaat sebagai bagian dari jejaring konsep bab. Tujuannya adalah membangun definisi yang presisi, mengidentifikasi batas penerapan, mengungkap pola miskonsepsi, dan menyediakan perangkat diagnosis serta remediasi yang dapat diterapkan di kelas XI.

14.3.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi kemiringan grafik dan limit. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini

konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk laju rata-rata dan laju sesaat perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat submikroskopik, laju rata-rata dan laju sesaat dipahami sebagai perbedaan kemiringan garis sekant pada interval dan kemiringan garis singgung pada satu waktu. Penjelasan harus dimulai dari definisi yang dapat dioperasikan dalam pengamatan, perhitungan, dan komunikasi ilmiah. Batas konsep perlu dinyatakan agar istilah yang berdekatan tidak saling dipertukarkan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa laju sesaat dianggap konsentrasi pada saat itu dan laju rata-rata dianggap rata-rata konsentrasi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti grafik konsentrasi-waktu dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\Delta[X]/\Delta t$ dan $d[X]/dt$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

14.3.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat

Remediasi untuk laju rata-rata dan laju sesaat perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus

menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam representasi simbolik, laju rata-rata dan laju sesaat dipahami sebagai pembedaan kemiringan garis sekant pada interval dan kemiringan garis singgung pada satu waktu. Konsep ini berada dalam jejaring pengetahuan, bukan unit hafalan yang berdiri sendiri. Prasyarat yang rapuh akan membuat peserta didik menggunakan aturan permukaan sebagai pengganti penalaran. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa laju sesaat dianggap konsentrasi pada saat itu dan laju rata-rata dianggap rata-rata konsentrasi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti grafik konsentrasi-waktu dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\Delta[X]/\Delta t$ dan $d[X]/dt$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi kemiringan grafik dan limit. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

14.3.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa laju sesaat dianggap konsentrasi pada saat itu dan laju rata-rata dianggap rata-rata konsentrasi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti grafik konsentrasi-waktu dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\Delta[X]/\Delta t$ dan $d[X]/dt$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi kemiringan grafik dan limit. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk laju rata-rata dan laju sesaat perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara diagnostik, laju rata-rata dan laju sesaat dipahami sebagai perbedaan kemiringan garis sekant pada interval dan kemiringan garis singgung pada satu waktu. Fenomena makroskopik

berfungsi sebagai sumber bukti, tetapi tidak dengan sendirinya menjelaskan mekanisme. Pengamatan harus dipisahkan dari inferensi agar peserta didik tidak menganggap kesan inderawi sebagai definisi ilmiah. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

14.3.4 Model Submikroskopik

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk laju rata-rata dan laju sesaat perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara epistemologis, laju rata-rata dan laju sesaat dipahami sebagai perbedaan kemiringan garis sekant pada interval dan kemiringan garis singgung pada satu waktu. Model submikroskopik menjelaskan perilaku partikel, interaksi, distribusi, dan perubahan yang tidak tampak langsung. Model harus disebut sebagai representasi dengan asumsi dan keterbatasan, bukan foto literal realitas. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa laju sesaat dianggap konsentrasi pada saat itu dan laju rata-rata dianggap rata-rata konsentrasi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti grafik konsentrasi-waktu dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke

representasi $\Delta[X]/\Delta t$ dan $d[X]/dt$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi kemiringan grafik dan limit. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

14.3.5 Bahasa Simbolik dan Matematis

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam konteks laboratorium, laju rata-rata dan laju sesaat dipahami sebagai perbedaan kemiringan garis sekant pada interval dan kemiringan garis singgung pada satu waktu. Simbol dan persamaan memadatkan hubungan kuantitatif, tetapi setiap tanda harus dihubungkan dengan makna fisisnya. Manipulasi aljabar tanpa interpretasi satuan, tanda, dan kondisi mudah menghasilkan jawaban benar secara kebetulan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa laju sesaat dianggap konsentrasi pada saat itu dan laju rata-rata dianggap rata-rata konsentrasi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti grafik konsentrasi-waktu dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\Delta[X]/\Delta t$ dan $d[X]/dt$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi kemiringan grafik dan limit. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini

konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk laju rata-rata dan laju sesaat perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

14.3.6 Koordinasi Antarrepresentasi

Konteks seperti grafik konsentrasi-waktu dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\Delta[X]/\Delta t$ dan $d[X]/dt$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi kemiringan grafik dan limit. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk laju rata-rata dan laju sesaat perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus

menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Ketika peserta didik memecahkan soal, laju rata-rata dan laju sesaat dipahami sebagai perbedaan kemiringan garis sekant pada interval dan kemiringan garis singgung pada satu waktu. Pemahaman matang tampak ketika peserta didik dapat berpindah konsisten antara fenomena, partikel, simbol, grafik, dan bahasa verbal. Ketidakselarasan antarrepresentasi merupakan indikator penting adanya pengetahuan yang terfragmentasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa laju sesaat dianggap konsentrasi pada saat itu dan laju rata-rata dianggap rata-rata konsentrasi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

14.3.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk laju rata-rata dan laju sesaat perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Untuk mencegah hafalan tanpa makna, laju rata-rata dan laju sesaat dipahami sebagai perbedaan kemiringan garis sekant pada interval dan kemiringan garis singgung pada satu waktu. Contoh positif perlu dipasangkan dengan noncontoh dan kasus batas supaya kategori tidak dibangun dari satu ciri dangkal. Kasus batas menuntut peserta didik menjelaskan alasan,

kondisi, dan tingkat idealisasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa laju sesaat dianggap konsentrasi pada saat itu dan laju rata-rata dianggap rata-rata konsentrasi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti grafik konsentrasi-waktu dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\Delta[X]/\Delta t$ dan $d[X]/dt$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi kemiringan grafik dan limit. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

14.3.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul

Dalam pembelajaran kimia SMA, laju rata-rata dan laju sesaat dipahami sebagai pembedaan kemiringan garis sekant pada interval dan kemiringan garis singgung pada satu waktu. Miskonsepsi inti biasanya masuk akal dari sudut pengalaman awal sehingga tidak efektif hanya diberi label salah. Guru perlu menemukan aturan intuitif yang digunakan dan menunjukkan di mana aturan itu gagal. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa laju sesaat dianggap konsentrasi pada saat itu dan laju rata-rata dianggap rata-rata konsentrasi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti grafik konsentrasi-waktu dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke

representasi $\Delta[X]/\Delta t$ dan $d[X]/dt$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi kemiringan grafik dan limit. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk laju rata-rata dan laju sesaat perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

14.3.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi kemiringan grafik dan limit. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh

Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk laju rata-rata dan laju sesaat perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dari sudut pandang pedagogical content knowledge, laju rata-rata dan laju sesaat dipahami sebagai pembedaan kemiringan garis sekant pada interval dan kemiringan garis singgung pada satu waktu. Satu jawaban salah dapat muncul dari beberapa pola penalaran alternatif yang berbeda. Variasi respons perlu dipetakan berdasarkan alasan, representasi, dan tingkat keyakinan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa laju sesaat dianggap konsentrasi pada saat itu dan laju rata-rata dianggap rata-rata konsentrasi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti grafik konsentrasi-waktu dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\Delta[X]/\Delta t$ dan $d[X]/dt$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

14.3.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari

Remediasi untuk laju rata-rata dan laju sesaat perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat makroskopik, laju rata-rata dan laju sesaat dipahami sebagai perbedaan kemiringan garis sekant pada interval dan kemiringan garis singgung pada satu waktu. Bahasa sehari-hari sering menggunakan kata yang sama dengan makna berbeda dari terminologi ilmiah. Peralihan register bahasa harus diajarkan eksplisit agar istilah familiar tidak membawa asumsi yang keliru. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa laju sesaat dianggap konsentrasi pada saat itu dan laju rata-rata dianggap rata-rata konsentrasi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti grafik konsentrasi-waktu dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\Delta[X]/\Delta t$ dan $d[X]/dt$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi kemiringan grafik dan limit. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

14.3.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa laju sesaat dianggap konsentrasi pada saat itu dan laju rata-rata dianggap rata-rata konsentrasi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti grafik konsentrasi-waktu dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\Delta[X]/\Delta t$ dan $d[X]/dt$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi kemiringan grafik dan limit. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk laju rata-rata dan laju sesaat perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat submikroskopik, laju rata-rata dan laju sesaat dipahami sebagai perbedaan kemiringan garis sekant pada interval dan kemiringan garis singgung pada satu waktu. Gambar

dan analogi dapat membantu sekaligus menyesatkan bila fitur pemetaan dan batasnya tidak dijelaskan. Peserta didik perlu diminta menyebutkan bagian analogi yang sesuai dan yang tidak sesuai. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

14.3.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk laju rata-rata dan laju sesaat perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam representasi simbolik, laju rata-rata dan laju sesaat dipahami sebagai pembedaan kemiringan garis sekant pada interval dan kemiringan garis singgung pada satu waktu. Urutan buku teks, penyederhanaan guru, dan latihan algoritmik dapat memperkuat miskonsepsi secara tidak sengaja. Audit representasi dan bahasa pengajaran diperlukan sebelum menyalahkan peserta didik. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa laju sesaat dianggap konsentrasi pada saat itu dan laju rata-rata dianggap rata-rata konsentrasi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti grafik konsentrasi-waktu dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke

representasi $\Delta[X]/\Delta t$ dan $d[X]/dt$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi kemiringan grafik dan limit. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

14.3.13 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara diagnostik, laju rata-rata dan laju sesaat dipahami sebagai perbedaan kemiringan garis sekant pada interval dan kemiringan garis singgung pada satu waktu. Pertanyaan terbuka harus memancing prediksi, alasan, bukti, dan penjelasan mekanistik. Respons tertulis sebaiknya ditindaklanjuti dengan pertanyaan klarifikasi singkat. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa laju sesaat dianggap konsentrasi pada saat itu dan laju rata-rata dianggap rata-rata konsentrasi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti grafik konsentrasi-waktu dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\Delta[X]/\Delta t$ dan $d[X]/dt$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi kemiringan grafik dan limit. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh

Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk laju rata-rata dan laju sesaat perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

14.3.14 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan

Konteks seperti grafik konsentrasi-waktu dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\Delta[X]/\Delta t$ dan $d[X]/dt$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi kemiringan grafik dan limit. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk laju rata-rata dan laju sesaat perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara epistemologis, laju rata-rata dan laju sesaat dipahami sebagai perbedaan kemiringan garis sekant pada interval dan kemiringan garis singgung pada satu waktu. Tes bertingkat memisahkan pilihan jawaban, alasan, dan keyakinan sehingga tebakan dapat dibedakan dari pemahaman. Distraktor harus berasal dari pola konsepsi yang benar-benar ditemukan dalam wawancara atau literatur. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa laju sesaat dianggap konsentrasi pada saat itu dan laju rata-rata dianggap rata-rata konsentrasi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

14.3.15 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk laju rata-rata dan laju sesaat perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam konteks laboratorium, laju rata-rata dan laju sesaat dipahami sebagai perbedaan kemiringan garis sekant pada interval dan kemiringan garis singgung pada satu waktu. Tugas menggambar dan Predict-Observe-Explain mengungkap hubungan antara model mental dan fenomena. Perbedaan prediksi dan observasi tidak otomatis mengubah konsep tanpa fase penjelasan dan rekonsiliasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa laju sesaat dianggap konsentrasi pada saat itu dan laju rata-rata dianggap rata-rata konsentrasi. Anggapan tersebut

dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti grafik konsentrasi-waktu dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\Delta[X]/\Delta t$ dan $d[X]/dt$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi kemiringan grafik dan limit. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

14.3.16 Analisis Respons dan Peta Bukti

Ketika peserta didik memecahkan soal, laju rata-rata dan laju sesaat dipahami sebagai perbedaan kemiringan garis sekant pada interval dan kemiringan garis singgung pada satu waktu. Analisis respons perlu menggunakan peta bukti, bukan keputusan berdasarkan satu butir. Konsistensi lintas konteks, representasi, dan waktu menentukan kuat-lemahnya klaim diagnostik. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa laju sesaat dianggap konsentrasi pada saat itu dan laju rata-rata dianggap rata-rata konsentrasi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti grafik konsentrasi-waktu dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\Delta[X]/\Delta t$ dan $d[X]/dt$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi kemiringan grafik dan limit. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk laju rata-rata dan laju sesaat perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

14.3.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi kemiringan grafik dan limit. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan

beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk laju rata-rata dan laju sesaat perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Untuk mencegah hafalan tanpa makna, laju rata-rata dan laju sesaat dipahami sebagai perbedaan kemiringan garis sekant pada interval dan kemiringan garis singgung pada satu waktu. Konflik kognitif efektif bila anomali dipahami, relevan, dan diikuti model alternatif yang lebih produktif. Kejutan tanpa dukungan dapat membuat peserta didik mengabaikan data atau menghafal pengecualian. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa laju sesaat dianggap konsentrasi pada saat itu dan laju rata-rata dianggap rata-rata konsentrasi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti grafik konsentrasi-waktu dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\Delta[X]/\Delta t$ dan $d[X]/dt$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

14.3.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk

Remediasi untuk laju rata-rata dan laju sesaat perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam pembelajaran kimia SMA, laju rata-rata dan laju sesaat dipahami sebagai perbedaan kemiringan garis sekant pada interval dan kemiringan garis singgung pada satu waktu. Representasi majemuk harus dikoordinasikan, bukan sekadar ditampilkan berdampingan. Prompt penghubung perlu menanyakan apa yang tetap, berubah, dan diwakili pada setiap bentuk. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa laju sesaat dianggap konsentrasi pada saat itu dan laju rata-rata dianggap rata-rata konsentrasi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti grafik konsentrasi-waktu dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\Delta[X]/\Delta t$ dan $d[X]/dt$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi kemiringan grafik dan limit. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

14.3.19 Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa laju sesaat dianggap konsentrasi pada saat itu dan laju rata-rata dianggap rata-rata konsentrasi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti grafik konsentrasi-waktu dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\Delta[X]/\Delta t$ dan $d[X]/dt$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi kemiringan grafik dan limit. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk laju rata-rata dan laju sesaat perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dari sudut pandang pedagogical content knowledge, laju rata-rata dan laju sesaat dipahami sebagai pembedaan kemiringan garis sekant pada interval dan kemiringan garis singgung pada satu waktu. Praktikum, simulasi, dan argumentasi memberi ruang untuk menguji klaim dengan data. Kegiatan harus dirancang agar variabel, prediksi, ketidakpastian, dan batas model dibahas secara eksplisit. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

14.3.20 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan

tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk laju rata-rata dan laju sesaat perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat makroskopik, laju rata-rata dan laju sesaat dipahami sebagai perbedaan kemiringan garis sekant pada interval dan kemiringan garis singgung pada satu waktu. Perubahan konseptual dinilai melalui transfer ke masalah baru dan retensi setelah jeda waktu. Tindak lanjut harus membedakan penguasaan prosedur dari kemampuan menjelaskan dan mengevaluasi bukti. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa laju sesaat dianggap konsentrasi pada saat itu dan laju rata-rata dianggap rata-rata konsentrasi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti grafik konsentrasi-waktu dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\Delta[X]/\Delta t$ dan $d[X]/dt$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi kemiringan grafik dan limit. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Ringkasan Diagnostik 14.3

- Konsep sasaran: pembedaan kemiringan garis sekant pada interval dan kemiringan garis singgung pada satu waktu.
- Miskonsepsi prioritas: laju sesaat dianggap konsentrasi pada saat itu dan laju rata-rata dianggap rata-rata konsentrasi.
- Representasi minimum: fenomena grafik konsentrasi-waktu, model partikel, dan simbol $\Delta[X]/\Delta t$ dan $d[X]/dt$.
- Bukti minimum: satu pertanyaan terbuka, satu butir bertingkat, satu tugas representasi, dan satu konteks transfer.
- Keputusan pedagogis: remediasi didasarkan pada pola alasan dan keyakinan, bukan pada skor tunggal.

14.4 Teori Tumbukan

Subbab ini memusatkan perhatian pada teori tumbukan sebagai bagian dari jejaring konsep bab. Tujuannya adalah membangun definisi yang presisi, mengidentifikasi batas penerapan, mengungkap pola miskonsepsi, dan menyediakan perangkat diagnosis serta remediasi yang dapat diterapkan di kelas XI.

14.4.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk teori tumbukan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam representasi simbolik, teori tumbukan dipahami sebagai model bahwa reaksi memerlukan pertemuan partikel dengan kondisi energi dan orientasi yang sesuai. Penjelasan harus dimulai dari definisi yang dapat dioperasionalkan dalam pengamatan, perhitungan, dan komunikasi ilmiah. Batas konsep perlu dinyatakan agar istilah yang berdekatan tidak saling dipertukarkan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa setiap tumbukan dianggap menghasilkan reaksi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi gas dan larutan dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi frekuensi tumbukan Z . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi model partikel dan energi kinetik. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

14.4.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara diagnostik, teori tumbukan dipahami sebagai model bahwa reaksi memerlukan pertemuan partikel dengan kondisi energi dan orientasi yang sesuai. Konsep ini berada dalam jejaring pengetahuan, bukan unit hafalan yang berdiri sendiri. Prasyarat yang rapuh akan membuat peserta didik menggunakan aturan permukaan sebagai pengganti penalaran. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa setiap tumbukan dianggap menghasilkan reaksi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi gas dan larutan dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi

frekuensi tumbukan Z. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi model partikel dan energi kinetik. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk teori tumbukan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

14.4.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan

Konteks seperti reaksi gas dan larutan dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi frekuensi tumbukan Z. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi model partikel dan energi kinetik. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh

Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk teori tumbukan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara epistemologis, teori tumbukan dipahami sebagai model bahwa reaksi memerlukan pertemuan partikel dengan kondisi energi dan orientasi yang sesuai. Fenomena makroskopik berfungsi sebagai sumber bukti, tetapi tidak dengan sendirinya menjelaskan mekanisme. Pengamatan harus dipisahkan dari inferensi agar peserta didik tidak menganggap kesan inderawi sebagai definisi ilmiah. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa setiap tumbukan dianggap menghasilkan reaksi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

14.4.4 Model Submikroskopik

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk teori tumbukan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam konteks laboratorium, teori tumbukan dipahami sebagai model bahwa reaksi memerlukan pertemuan partikel dengan kondisi energi dan orientasi yang sesuai. Model submikroskopik menjelaskan perilaku partikel, interaksi, distribusi, dan perubahan yang tidak tampak langsung. Model harus disebut sebagai representasi dengan asumsi dan keterbatasan, bukan foto literal realitas. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa setiap tumbukan dianggap menghasilkan reaksi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi gas dan larutan dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi frekuensi tumbukan Z . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi model partikel dan energi kinetik. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

14.4.5 Bahasa Simbolik dan Matematis

Ketika peserta didik memecahkan soal, teori tumbukan dipahami sebagai model bahwa reaksi memerlukan pertemuan partikel dengan kondisi energi dan orientasi yang sesuai. Simbol dan persamaan memadatkan hubungan kuantitatif, tetapi setiap tanda harus dihubungkan dengan makna fisisnya. Manipulasi aljabar tanpa interpretasi satuan, tanda, dan kondisi mudah menghasilkan jawaban benar secara kebetulan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa setiap tumbukan dianggap menghasilkan reaksi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi gas dan larutan dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi frekuensi tumbukan Z . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi model partikel dan energi kinetik. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk teori tumbukan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

14.4.6 Koordinasi Antarrepresentasi

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi model partikel dan energi kinetik. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya

dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk teori tumbukan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Untuk mencegah hafalan tanpa makna, teori tumbukan dipahami sebagai model bahwa reaksi memerlukan pertemuan partikel dengan kondisi energi dan orientasi yang sesuai. Pemahaman matang tampak ketika peserta didik dapat berpindah konsisten antara fenomena, partikel, simbol, grafik, dan bahasa verbal. Ketidakselarasan antarrepresentasi merupakan indikator penting adanya pengetahuan yang terfragmentasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa setiap tumbukan dianggap menghasilkan reaksi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi gas dan larutan dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi frekuensi tumbukan Z . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

14.4.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas

Remediasi untuk teori tumbukan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam pembelajaran kimia SMA, teori tumbukan dipahami sebagai model bahwa reaksi memerlukan pertemuan partikel dengan kondisi energi dan orientasi yang sesuai. Contoh positif perlu dipasangkan dengan noncontoh dan kasus batas supaya kategori tidak dibangun dari satu ciri dangkal. Kasus batas menuntut peserta didik menjelaskan alasan, kondisi, dan tingkat idealisasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa setiap tumbukan dianggap menghasilkan reaksi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi gas dan larutan dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi frekuensi tumbukan Z . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi model partikel dan energi kinetik. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan

beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

14.4.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa setiap tumbukan dianggap menghasilkan reaksi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi gas dan larutan dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi frekuensi tumbukan Z . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi model partikel dan energi kinetik. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk teori tumbukan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dari sudut pandang pedagogical content knowledge, teori tumbukan dipahami sebagai model bahwa reaksi memerlukan pertemuan partikel dengan kondisi energi dan orientasi yang sesuai. Miskonsepsi ini biasanya masuk akal dari sudut pengalaman awal sehingga tidak efektif hanya diberi label salah. Guru perlu menemukan aturan intuitif yang digunakan dan menunjukkan di mana aturan itu gagal. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

14.4.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk teori tumbukan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat makroskopik, teori tumbukan dipahami sebagai model bahwa reaksi memerlukan pertemuan partikel dengan kondisi energi dan orientasi yang sesuai. Satu jawaban salah dapat muncul dari beberapa pola penalaran alternatif yang berbeda. Variasi respons perlu dipetakan berdasarkan alasan, representasi, dan tingkat keyakinan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa setiap tumbukan dianggap menghasilkan reaksi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi gas dan larutan dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi frekuensi tumbukan Z . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi model partikel dan energi kinetik. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

14.4.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat submikroskopik, teori tumbukan dipahami sebagai model bahwa reaksi memerlukan pertemuan partikel dengan kondisi energi dan orientasi yang sesuai. Bahasa sehari-hari sering menggunakan kata yang sama dengan makna berbeda dari terminologi ilmiah. Peralihan register bahasa harus diajarkan eksplisit agar istilah familiar tidak membawa asumsi yang keliru. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa setiap tumbukan dianggap menghasilkan reaksi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi gas dan larutan dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi frekuensi tumbukan Z . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi model partikel dan energi kinetik. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini

konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk teori tumbukan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

14.4.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi

Konteks seperti reaksi gas dan larutan dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi frekuensi tumbukan Z . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi model partikel dan energi kinetik. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk teori tumbukan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus

menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam representasi simbolik, teori tumbukan dipahami sebagai model bahwa reaksi memerlukan pertemuan partikel dengan kondisi energi dan orientasi yang sesuai. Gambar dan analogi dapat membantu sekaligus menyesatkan bila fitur pemetaan dan batasnya tidak dijelaskan. Peserta didik perlu diminta menyebutkan bagian analogi yang sesuai dan yang tidak sesuai. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa setiap tumbukan dianggap menghasilkan reaksi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

14.4.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk teori tumbukan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara diagnostik, teori tumbukan dipahami sebagai model bahwa reaksi memerlukan pertemuan partikel dengan kondisi energi dan orientasi yang sesuai. Urutan buku teks, penyederhanaan guru, dan latihan algoritmik dapat memperkuat miskonsepsi secara tidak sengaja. Audit representasi dan bahasa pengajaran diperlukan sebelum menyalahkan peserta didik. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa setiap tumbukan dianggap menghasilkan reaksi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi gas dan larutan dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi frekuensi tumbukan Z . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi model partikel dan energi kinetik. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

14.4.13 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka

Secara epistemologis, teori tumbukan dipahami sebagai model bahwa reaksi memerlukan pertemuan partikel dengan kondisi energi dan orientasi yang sesuai. Pertanyaan terbuka harus memancing prediksi, alasan, bukti, dan penjelasan mekanistik. Respons tertulis sebaiknya ditindaklanjuti dengan pertanyaan klarifikasi singkat. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa setiap tumbukan dianggap menghasilkan reaksi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi gas dan larutan dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi frekuensi tumbukan Z . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi model partikel dan energi kinetik. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk teori tumbukan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

14.4.14 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi model partikel dan energi kinetik. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan

beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk teori tumbukan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam konteks laboratorium, teori tumbukan dipahami sebagai model bahwa reaksi memerlukan pertemuan partikel dengan kondisi energi dan orientasi yang sesuai. Tes bertingkat memisahkan pilihan jawaban, alasan, dan keyakinan sehingga tebakan dapat dibedakan dari pemahaman. Distraktor harus berasal dari pola konsepsi yang benar-benar ditemukan dalam wawancara atau literatur. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa setiap tumbukan dianggap menghasilkan reaksi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi gas dan larutan dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi frekuensi tumbukan Z . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

14.4.15 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain

Remediasi untuk teori tumbukan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Ketika peserta didik memecahkan soal, teori tumbukan dipahami sebagai model bahwa reaksi memerlukan pertemuan partikel dengan kondisi energi dan orientasi yang sesuai. Tugas menggambar dan Predict-Observe-Explain mengungkap hubungan antara model mental dan fenomena. Perbedaan prediksi dan observasi tidak otomatis mengubah konsep tanpa fase penjelasan dan rekonsiliasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa setiap tumbukan dianggap menghasilkan reaksi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi gas dan larutan dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi frekuensi tumbukan Z . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi model partikel dan energi kinetik. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

14.4.16 Analisis Respons dan Peta Bukti

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa setiap tumbukan dianggap menghasilkan reaksi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi gas dan larutan dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi frekuensi tumbukan Z. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi model partikel dan energi kinetik. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk teori tumbukan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Untuk mencegah hafalan tanpa makna, teori tumbukan dipahami sebagai model bahwa reaksi memerlukan pertemuan partikel dengan kondisi energi dan orientasi yang sesuai. Analisis respons perlu menggunakan peta bukti, bukan keputusan berdasarkan satu butir. Konsistensi lintas konteks, representasi, dan waktu menentukan kuat-lemahnya klaim diagnostik. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

14.4.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan

tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk teori tumbukan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam pembelajaran kimia SMA, teori tumbukan dipahami sebagai model bahwa reaksi memerlukan pertemuan partikel dengan kondisi energi dan orientasi yang sesuai. Konflik kognitif efektif bila anomali dipahami, relevan, dan diikuti model alternatif yang lebih produktif. Kejutan tanpa dukungan dapat membuat peserta didik mengabaikan data atau menghafal pengecualian. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa setiap tumbukan dianggap menghasilkan reaksi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi gas dan larutan dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi frekuensi tumbukan Z . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi model partikel dan energi kinetik. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

14.4.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dari sudut pandang pedagogical content knowledge, teori tumbukan dipahami sebagai model bahwa reaksi memerlukan pertemuan partikel dengan kondisi energi dan orientasi yang sesuai. Representasi majemuk harus dikoordinasikan, bukan sekadar ditampilkan berdampingan. Prompt penghubung perlu menanyakan apa yang tetap, berubah, dan diwakili pada setiap bentuk. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa setiap tumbukan dianggap menghasilkan reaksi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi gas dan larutan dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi frekuensi tumbukan Z . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi model partikel dan energi kinetik. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk teori tumbukan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan

membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

14.4.19 *Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif*

Konteks seperti reaksi gas dan larutan dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi frekuensi tumbukan Z. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi model partikel dan energi kinetik. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk teori tumbukan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat makroskopik, teori tumbukan dipahami sebagai model bahwa reaksi memerlukan pertemuan partikel dengan kondisi energi dan orientasi yang sesuai. Praktikum, simulasi, dan argumentasi memberi ruang untuk menguji klaim dengan data. Kegiatan harus dirancang agar variabel, prediksi, ketidakpastian, dan batas model dibahas secara eksplisit. Pembahasan harus

terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa setiap tumbukan dianggap menghasilkan reaksi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

14.4.20 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk teori tumbukan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat submikroskopik, teori tumbukan dipahami sebagai model bahwa reaksi memerlukan pertemuan partikel dengan kondisi energi dan orientasi yang sesuai. Perubahan konseptual dinilai melalui transfer ke masalah baru dan retensi setelah jeda waktu. Tindak lanjut harus membedakan penguasaan prosedur dari kemampuan menjelaskan dan mengevaluasi bukti. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa setiap tumbukan dianggap menghasilkan reaksi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi gas dan larutan dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi frekuensi tumbukan Z . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi model partikel dan energi kinetik. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Ringkasan Diagnostik 14.4

- Konsep sasaran: model bahwa reaksi memerlukan pertemuan partikel dengan kondisi energi dan orientasi yang sesuai.
- Miskonsepsi prioritas: setiap tumbukan dianggap menghasilkan reaksi.
- Representasi minimum: fenomena reaksi gas dan larutan, model partikel, dan simbol frekuensi tumbukan Z.
- Bukti minimum: satu pertanyaan terbuka, satu butir bertingkat, satu tugas representasi, dan satu konteks transfer.
- Keputusan pedagogis: remediasi didasarkan pada pola alasan dan keyakinan, bukan pada skor tunggal.

14.5 Tumbukan Efektif

Subbab ini memusatkan perhatian pada tumbukan efektif sebagai bagian dari jejaring konsep bab. Tujuannya adalah membangun definisi yang presisi, mengidentifikasi batas penerapan, mengungkap pola miskonsepsi, dan menyediakan perangkat diagnosis serta remediasi yang dapat diterapkan di kelas XI.

14.5.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk tumbukan efektif perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara diagnostik, tumbukan efektif dipahami sebagai tumbukan yang menghasilkan transformasi karena melampaui hambatan energi dan memiliki geometri reaktif. Penjelasan harus dimulai dari definisi yang dapat dioperasionalkan dalam pengamatan, perhitungan, dan komunikasi ilmiah. Batas konsep perlu dinyatakan agar istilah yang berdekatan tidak saling dipertukarkan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa tumbukan efektif dianggap hanya tumbukan yang keras atau cepat. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi orientasi-spesifik dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi faktor sterik dan fraksi energi. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi teori tumbukan dan distribusi energi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

14.5.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat

Secara epistemologis, tumbukan efektif dipahami sebagai tumbukan yang menghasilkan transformasi karena melampaui hambatan energi dan memiliki geometri reaktif. Konsep ini berada dalam jejaring pengetahuan, bukan unit hafalan yang berdiri sendiri. Prasyarat yang rapuh akan membuat peserta didik menggunakan aturan permukaan sebagai pengganti penalaran. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa tumbukan efektif dianggap hanya tumbukan yang keras atau cepat. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi orientasi-spesifik dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi faktor sterik dan fraksi energi. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi teori tumbukan dan distribusi energi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk tumbukan efektif perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

14.5.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi teori tumbukan dan distribusi energi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya

dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk tumbukan efektif perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam konteks laboratorium, tumbukan efektif dipahami sebagai tumbukan yang menghasilkan transformasi karena melampaui hambatan energi dan memiliki geometri reaktif. Fenomena makroskopik berfungsi sebagai sumber bukti, tetapi tidak dengan sendirinya menjelaskan mekanisme. Pengamatan harus dipisahkan dari inferensi agar peserta didik tidak menganggap kesan inderawi sebagai definisi ilmiah. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa tumbukan efektif dianggap hanya tumbukan yang keras atau cepat. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi orientasi-spesifik dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi faktor sterik dan fraksi energi. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

14.5.4 Model Submikroskopik

Remediasi untuk tumbukan efektif perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Ketika peserta didik memecahkan soal, tumbukan efektif dipahami sebagai tumbukan yang menghasilkan transformasi karena melampaui hambatan energi dan memiliki geometri reaktif. Model submikroskopik menjelaskan perilaku partikel, interaksi, distribusi, dan perubahan yang tidak tampak langsung. Model harus disebut sebagai representasi dengan asumsi dan keterbatasan, bukan foto literal realitas. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa tumbukan efektif dianggap hanya tumbukan yang keras atau cepat. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi orientasi-spesifik dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi faktor sterik dan fraksi energi. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi teori tumbukan dan distribusi energi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan

beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

14.5.5 Bahasa Simbolik dan Matematis

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa tumbukan efektif dianggap hanya tumbukan yang keras atau cepat. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi orientasi-spesifik dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi faktor sterik dan fraksi energi. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi teori tumbukan dan distribusi energi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk tumbukan efektif perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Untuk mencegah hafalan tanpa makna, tumbukan efektif dipahami sebagai tumbukan yang menghasilkan transformasi karena melampaui hambatan energi dan memiliki geometri reaktif. Simbol dan persamaan memadatkan hubungan kuantitatif, tetapi setiap tanda harus dihubungkan dengan makna fisisnya. Manipulasi aljabar tanpa interpretasi satuan, tanda, dan kondisi mudah menghasilkan jawaban benar secara kebetulan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

14.5.6 Koordinasi Antarrepresentasi

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk tumbukan efektif perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam pembelajaran kimia SMA, tumbukan efektif dipahami sebagai tumbukan yang menghasilkan transformasi karena melampaui hambatan energi dan memiliki geometri reaktif. Pemahaman matang tampak ketika peserta didik dapat berpindah konsisten antara fenomena, partikel, simbol, grafik, dan bahasa verbal. Ketidakselarasan antarrepresentasi merupakan indikator penting adanya pengetahuan yang terfragmentasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa tumbukan efektif dianggap hanya tumbukan yang keras atau cepat. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi orientasi-spesifik dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi faktor sterik dan fraksi energi. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi teori tumbukan dan distribusi energi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

14.5.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dari sudut pandang pedagogical content knowledge, tumbukan efektif dipahami sebagai tumbukan yang menghasilkan transformasi karena melampaui hambatan energi dan memiliki geometri reaktif. Contoh positif perlu dipasangkan dengan noncontoh dan kasus batas supaya kategori tidak dibangun dari satu ciri dangkal. Kasus batas menuntut peserta didik menjelaskan alasan, kondisi, dan tingkat idealisasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa tumbukan efektif dianggap hanya tumbukan yang keras atau cepat. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi orientasi-spesifik dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi faktor sterik dan fraksi energi. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi teori tumbukan dan distribusi energi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini

konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk tumbukan efektif perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

14.5.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul

Konteks seperti reaksi orientasi-spesifik dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi faktor sterik dan fraksi energi. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi teori tumbukan dan distribusi energi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk tumbukan efektif perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus

menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat makroskopik, tumbukan efektif dipahami sebagai tumbukan yang menghasilkan transformasi karena melampaui hambatan energi dan memiliki geometri reaktif. Miskonsepsi inti biasanya masuk akal dari sudut pengalaman awal sehingga tidak efektif hanya diberi label salah. Guru perlu menemukan aturan intuitif yang digunakan dan menunjukkan di mana aturan itu gagal. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa tumbukan efektif dianggap hanya tumbukan yang keras atau cepat. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

14.5.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk tumbukan efektif perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat submikroskopik, tumbukan efektif dipahami sebagai tumbukan yang menghasilkan transformasi karena melampaui hambatan energi dan memiliki geometri reaktif. Satu jawaban salah dapat muncul dari beberapa pola penalaran alternatif yang berbeda. Variasi respons perlu dipetakan berdasarkan alasan, representasi, dan tingkat keyakinan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa tumbukan efektif dianggap hanya tumbukan yang keras atau cepat. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi orientasi-spesifik dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi faktor sterik dan fraksi energi. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi teori tumbukan dan distribusi energi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

14.5.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari

Dalam representasi simbolik, tumbukan efektif dipahami sebagai tumbukan yang menghasilkan transformasi karena melampaui hambatan energi dan memiliki geometri reaktif. Bahasa sehari-hari sering menggunakan kata yang sama dengan makna berbeda dari terminologi ilmiah. Peralihan register bahasa harus diajarkan eksplisit agar istilah familiar tidak membawa asumsi yang keliru. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa tumbukan efektif dianggap hanya tumbukan yang keras atau cepat. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi orientasi-spesifik dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi faktor sterik dan fraksi energi. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi teori tumbukan dan distribusi energi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk tumbukan efektif perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

14.5.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi teori tumbukan dan distribusi energi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan

beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk tumbukan efektif perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara diagnostik, tumbukan efektif dipahami sebagai tumbukan yang menghasilkan transformasi karena melampaui hambatan energi dan memiliki geometri reaktif. Gambar dan analogi dapat membantu sekaligus menyesatkan bila fitur pemetaan dan batasnya tidak dijelaskan. Peserta didik perlu diminta menyebutkan bagian analogi yang sesuai dan yang tidak sesuai. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa tumbukan efektif dianggap hanya tumbukan yang keras atau cepat. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi orientasi-spesifik dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi faktor sterik dan fraksi energi. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

14.5.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran

Remediasi untuk tumbukan efektif perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara epistemologis, tumbukan efektif dipahami sebagai tumbukan yang menghasilkan transformasi karena melampaui hambatan energi dan memiliki geometri reaktif. Urutan buku teks, penyederhanaan guru, dan latihan algoritmik dapat memperkuat miskonsepsi secara tidak sengaja. Audit representasi dan bahasa pengajaran diperlukan sebelum menyalahkan peserta didik. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa tumbukan efektif dianggap hanya tumbukan yang keras atau cepat. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi orientasi-spesifik dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi faktor sterik dan fraksi energi. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi teori tumbukan dan distribusi energi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

14.5.13 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa tumbukan efektif dianggap hanya tumbukan yang keras atau cepat. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi orientasi-spesifik dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi faktor sterik dan fraksi energi. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi teori tumbukan dan distribusi energi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk tumbukan efektif perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam konteks laboratorium, tumbukan efektif dipahami sebagai tumbukan yang menghasilkan transformasi karena melampaui hambatan energi dan memiliki geometri reaktif. Pertanyaan terbuka harus memancing prediksi, alasan, bukti, dan penjelasan mekanistik. Respons tertulis sebaiknya ditindaklanjuti dengan pertanyaan klarifikasi singkat. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

14.5.14 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan

tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk tumbukan efektif perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Ketika peserta didik memecahkan soal, tumbukan efektif dipahami sebagai tumbukan yang menghasilkan transformasi karena melampaui hambatan energi dan memiliki geometri reaktif. Tes bertingkat memisahkan pilihan jawaban, alasan, dan keyakinan sehingga tebakan dapat dibedakan dari pemahaman. Distraktor harus berasal dari pola konsepsi yang benar-benar ditemukan dalam wawancara atau literatur. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa tumbukan efektif dianggap hanya tumbukan yang keras atau cepat. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi orientasi-spesifik dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi faktor sterik dan fraksi energi. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi teori tumbukan dan distribusi energi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

14.5.15 *Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain*

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Untuk mencegah hafalan tanpa makna, tumbukan efektif dipahami sebagai tumbukan yang menghasilkan transformasi karena melampaui hambatan energi dan memiliki geometri reaktif. Tugas menggambar dan Predict-Observe-Explain mengungkap hubungan antara model mental dan fenomena. Perbedaan prediksi dan observasi tidak otomatis mengubah konsep tanpa fase penjelasan dan rekonsiliasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa tumbukan efektif dianggap hanya tumbukan yang keras atau cepat. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi orientasi-spesifik dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi faktor sterik dan fraksi energi. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi teori tumbukan dan distribusi energi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk tumbukan efektif perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan

membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

14.5.16 Analisis Respons dan Peta Bukti

Konteks seperti reaksi orientasi-spesifik dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi faktor sterik dan fraksi energi. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi teori tumbukan dan distribusi energi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk tumbukan efektif perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam pembelajaran kimia SMA, tumbukan efektif dipahami sebagai tumbukan yang menghasilkan transformasi karena melampaui hambatan energi dan memiliki geometri reaktif. Analisis respons perlu menggunakan peta bukti, bukan keputusan berdasarkan satu butir. Konsistensi lintas konteks, representasi, dan waktu menentukan kuat-lemahnya klaim

diagnostik. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa tumbukan efektif dianggap hanya tumbukan yang keras atau cepat. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

14.5.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk tumbukan efektif perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dari sudut pandang pedagogical content knowledge, tumbukan efektif dipahami sebagai tumbukan yang menghasilkan transformasi karena melampaui hambatan energi dan memiliki geometri reaktif. Konflik kognitif efektif bila anomali dipahami, relevan, dan diikuti model alternatif yang lebih produktif. Kejutan tanpa dukungan dapat membuat peserta didik mengabaikan data atau menghafal pengecualian. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa tumbukan efektif dianggap hanya tumbukan yang keras atau cepat. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi orientasi-spesifik dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi faktor sterik dan fraksi energi. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi teori tumbukan dan distribusi energi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

14.5.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk

Pada tingkat makroskopik, tumbukan efektif dipahami sebagai tumbukan yang menghasilkan transformasi karena melampaui hambatan energi dan memiliki geometri reaktif. Representasi majemuk harus dikoordinasikan, bukan sekadar ditampilkan berdampingan. Prompt penghubung perlu menanyakan apa yang tetap, berubah, dan diwakili pada setiap bentuk. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa tumbukan efektif dianggap hanya tumbukan yang keras atau cepat. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi orientasi-spesifik dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi faktor sterik dan fraksi energi. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi teori tumbukan dan distribusi energi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk tumbukan efektif perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

14.5.19 Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi teori tumbukan dan distribusi energi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk tumbukan efektif perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai

bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat submikroskopik, tumbukan efektif dipahami sebagai tumbukan yang menghasilkan transformasi karena melampaui hambatan energi dan memiliki geometri reaktif. Praktikum, simulasi, dan argumentasi memberi ruang untuk menguji klaim dengan data. Kegiatan harus dirancang agar variabel, prediksi, ketidakpastian, dan batas model dibahas secara eksplisit. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa tumbukan efektif dianggap hanya tumbukan yang keras atau cepat. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi orientasi-spesifik dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi faktor sterik dan fraksi energi. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

14.5.20 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut

Remediasi untuk tumbukan efektif perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam representasi simbolik, tumbukan efektif dipahami sebagai tumbukan yang menghasilkan transformasi karena melampaui hambatan energi dan memiliki geometri reaktif. Perubahan konseptual dinilai melalui transfer ke masalah baru dan retensi setelah jeda waktu. Tindak lanjut harus membedakan penguasaan prosedur dari kemampuan menjelaskan dan mengevaluasi bukti. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa tumbukan efektif dianggap hanya tumbukan yang keras atau cepat. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi orientasi-spesifik dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi faktor sterik dan fraksi energi. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi teori tumbukan dan distribusi energi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Ringkasan Diagnostik 14.5

- Konsep sasaran: tumbukan yang menghasilkan transformasi karena melampaui hambatan energi dan memiliki geometri reaktif.
- Miskonsepsi prioritas: tumbukan efektif dianggap hanya tumbukan yang keras atau cepat.
- Representasi minimum: fenomena reaksi orientasi-spesifik, model partikel, dan simbol faktor sterik dan fraksi energi.
- Bukti minimum: satu pertanyaan terbuka, satu butir bertingkat, satu tugas representasi, dan satu konteks transfer.
- Keputusan pedagogis: remediasi didasarkan pada pola alasan dan keyakinan, bukan pada skor tunggal.

14.6 Energi Aktivasi

Subbab ini memusatkan perhatian pada energi aktivasi sebagai bagian dari jejaring konsep bab. Tujuannya adalah membangun definisi yang presisi, mengidentifikasi batas penerapan, mengungkap pola miskonsepsi, dan menyediakan perangkat diagnosis serta remediasi yang dapat diterapkan di kelas XI.

14.6.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep

Remediasi untuk energi aktivasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara epistemologis, energi aktivasi dipahami sebagai parameter hambatan kinetik yang memengaruhi ketergantungan konstanta laju terhadap suhu. Penjelasan harus dimulai dari definisi yang dapat dioperasionalkan dalam pengamatan, perhitungan, dan komunikasi ilmiah. Batas konsep perlu dinyatakan agar istilah yang berdekatan tidak saling dipertukarkan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa energi aktivasi dianggap energi yang dilepaskan reaksi atau sama dengan ΔH . Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi lambat dan cepat pada suhu berbeda dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $k = Ae^{(-E_a/RT)}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi profil energi dan logaritma. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan

beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

14.6.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa energi aktivasi dianggap energi yang dilepaskan reaksi atau sama dengan ΔH . Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi lambat dan cepat pada suhu berbeda dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $k=Ae^{(-E_a/RT)}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi profil energi dan logaritma. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk energi aktivasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam konteks laboratorium, energi aktivasi dipahami sebagai parameter hambatan kinetik yang memengaruhi ketergantungan konstanta laju terhadap suhu. Konsep ini berada dalam jejaring pengetahuan, bukan unit hafalan yang berdiri sendiri. Prasyarat yang rapuh akan membuat peserta didik menggunakan aturan permukaan sebagai pengganti penalaran. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

14.6.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk energi aktivasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Ketika peserta didik memecahkan soal, energi aktivasi dipahami sebagai parameter hambatan kinetik yang memengaruhi ketergantungan konstanta laju terhadap suhu. Fenomena makroskopik berfungsi sebagai sumber bukti, tetapi tidak dengan sendirinya menjelaskan mekanisme. Pengamatan harus dipisahkan dari inferensi agar peserta didik tidak menganggap kesan inderawi sebagai definisi ilmiah. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa energi aktivasi dianggap energi yang dilepaskan reaksi atau sama dengan ΔH . Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi lambat dan cepat pada suhu berbeda dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $k=Ae^{(-E_a/RT)}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi profil energi dan logaritma. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

14.6.4 Model Submikroskopik

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Untuk mencegah hafalan tanpa makna, energi aktivasi dipahami sebagai parameter hambatan kinetik yang memengaruhi ketergantungan konstanta laju terhadap suhu. Model submikroskopik menjelaskan perilaku partikel, interaksi, distribusi, dan perubahan yang tidak tampak langsung. Model harus disebut sebagai representasi dengan asumsi dan keterbatasan, bukan foto literal realitas. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa energi aktivasi dianggap energi yang dilepaskan reaksi atau sama dengan ΔH . Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi lambat dan cepat pada suhu berbeda dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $k=Ae^{(-E_a/RT)}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi profil energi dan logaritma. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini

konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk energi aktivasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

14.6.5 Bahasa Simbolik dan Matematis

Konteks seperti reaksi lambat dan cepat pada suhu berbeda dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $k=Ae^{(-E_a/RT)}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi profil energi dan logaritma. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk energi aktivasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya

jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam pembelajaran kimia SMA, energi aktivasi dipahami sebagai parameter hambatan kinetik yang memengaruhi ketergantungan konstanta laju terhadap suhu. Simbol dan persamaan memadatkan hubungan kuantitatif, tetapi setiap tanda harus dihubungkan dengan makna fisiknya. Manipulasi aljabar tanpa interpretasi satuan, tanda, dan kondisi mudah menghasilkan jawaban benar secara kebetulan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa energi aktivasi dianggap energi yang dilepaskan reaksi atau sama dengan ΔH . Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

14.6.6 Koordinasi Antarrepresentasi

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk energi aktivasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dari sudut pandang pedagogical content knowledge, energi aktivasi dipahami sebagai parameter hambatan kinetik yang memengaruhi ketergantungan konstanta laju terhadap suhu. Pemahaman matang tampak ketika peserta didik dapat berpindah konsisten antara fenomena, partikel, simbol, grafik, dan bahasa verbal. Ketidakselarasan antarrepresentasi merupakan indikator penting adanya pengetahuan yang terfragmentasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa energi aktivasi dianggap energi yang dilepaskan reaksi atau sama dengan ΔH . Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi lambat dan cepat pada suhu berbeda dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $k = Ae^{(-E_a/RT)}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi profil energi dan logaritma. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

14.6.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas

Pada tingkat makroskopik, energi aktivasi dipahami sebagai parameter hambatan kinetik yang memengaruhi ketergantungan konstanta laju terhadap suhu. Contoh positif perlu dipasangkan dengan noncontoh dan kasus batas supaya kategori tidak dibangun dari satu ciri dangkal. Kasus batas menuntut peserta didik menjelaskan alasan, kondisi, dan tingkat idealisasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa energi aktivasi dianggap energi yang dilepaskan reaksi atau sama dengan ΔH . Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi lambat dan cepat pada suhu berbeda dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $k = Ae^{(-E_a/RT)}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi profil energi dan logaritma. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk energi aktivasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

14.6.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi profil energi dan logaritma. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan

beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk energi aktivasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat submikroskopik, energi aktivasi dipahami sebagai parameter hambatan kinetik yang memengaruhi ketergantungan konstanta laju terhadap suhu. Miskonsepsi ini biasanya masuk akal dari sudut pengalaman awal sehingga tidak efektif hanya diberi label salah. Guru perlu menemukan aturan intuitif yang digunakan dan menunjukkan di mana aturan itu gagal. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa energi aktivasi dianggap energi yang dilepaskan reaksi atau sama dengan ΔH . Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi lambat dan cepat pada suhu berbeda dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $k = Ae^{(-E_a/RT)}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

14.6.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif

Remediasi untuk energi aktivasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam representasi simbolik, energi aktivasi dipahami sebagai parameter hambatan kinetik yang memengaruhi ketergantungan konstanta laju terhadap suhu. Satu jawaban salah dapat muncul dari beberapa pola penalaran alternatif yang berbeda. Variasi respons perlu dipetakan berdasarkan alasan, representasi, dan tingkat keyakinan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa energi aktivasi dianggap energi yang dilepaskan reaksi atau sama dengan ΔH . Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi lambat dan cepat pada suhu berbeda dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $k = Ae^{(-E_a/RT)}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi profil energi dan logaritma. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

14.6.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa energi aktivasi dianggap energi yang dilepaskan reaksi atau sama dengan ΔH . Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi lambat dan cepat pada suhu berbeda dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $k=Ae^{(-E_a/RT)}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi profil energi dan logaritma. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk energi aktivasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara diagnostik, energi aktivasi dipahami sebagai parameter hambatan kinetik yang memengaruhi ketergantungan konstanta laju terhadap suhu. Bahasa sehari-hari sering menggunakan kata yang sama dengan makna berbeda dari terminologi ilmiah. Peralihan register bahasa harus diajarkan eksplisit agar istilah familiar tidak membawa asumsi yang keliru. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

14.6.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan

tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk energi aktivasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara epistemologis, energi aktivasi dipahami sebagai parameter hambatan kinetik yang memengaruhi ketergantungan konstanta laju terhadap suhu. Gambar dan analogi dapat membantu sekaligus menyesatkan bila fitur pemetaan dan batasnya tidak dijelaskan. Peserta didik perlu diminta menyebut bagian analogi yang sesuai dan yang tidak sesuai. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa energi aktivasi dianggap energi yang dilepaskan reaksi atau sama dengan ΔH . Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi lambat dan cepat pada suhu berbeda dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $k = Ae^{(-E_a/RT)}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi profil energi dan logaritma. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

14.6.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam konteks laboratorium, energi aktivasi dipahami sebagai parameter hambatan kinetik yang memengaruhi ketergantungan konstanta laju terhadap suhu. Urutan buku teks, penyederhanaan guru, dan latihan algoritmik dapat memperkuat miskonsepsi secara tidak sengaja. Audit representasi dan bahasa pengajaran diperlukan sebelum menyalahkan peserta didik. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa energi aktivasi dianggap energi yang dilepaskan reaksi atau sama dengan ΔH . Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi lambat dan cepat pada suhu berbeda dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $k = Ae^{(-E_a/RT)}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi profil energi dan logaritma. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk energi aktivasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model

alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

14.6.13 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka

Konteks seperti reaksi lambat dan cepat pada suhu berbeda dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $k=Ae^{(-E_a/RT)}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi profil energi dan logaritma. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk energi aktivasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Ketika peserta didik memecahkan soal, energi aktivasi dipahami sebagai parameter hambatan kinetik yang memengaruhi ketergantungan konstanta laju terhadap suhu. Pertanyaan terbuka harus memancing prediksi, alasan, bukti, dan penjelasan mekanistik. Respons tertulis sebaiknya ditindaklanjuti dengan pertanyaan klarifikasi singkat. Pembahasan harus terus menegaskan

bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa energi aktivasi dianggap energi yang dilepaskan reaksi atau sama dengan ΔH . Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

14.6.14 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk energi aktivasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Untuk mencegah hafalan tanpa makna, energi aktivasi dipahami sebagai parameter hambatan kinetik yang memengaruhi ketergantungan konstanta laju terhadap suhu. Tes bertingkat memisahkan pilihan jawaban, alasan, dan keyakinan sehingga tebakan dapat dibedakan dari pemahaman. Distraktor harus berasal dari pola konsepsi yang benar-benar ditemukan dalam wawancara atau literatur. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa energi aktivasi dianggap energi yang dilepaskan reaksi atau sama dengan ΔH . Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi lambat dan cepat pada suhu berbeda dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $k = Ae^{(-E_a/RT)}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi profil energi dan logaritma. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

14.6.15 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain

Dalam pembelajaran kimia SMA, energi aktivasi dipahami sebagai parameter hambatan kinetik yang memengaruhi ketergantungan konstanta laju terhadap suhu. Tugas menggambar dan Predict-Observe-Explain mengungkap hubungan antara model mental dan fenomena. Perbedaan prediksi dan observasi tidak otomatis mengubah konsep tanpa fase penjelasan dan rekonsiliasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa energi aktivasi dianggap energi yang dilepaskan reaksi atau sama dengan ΔH . Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi lambat dan cepat pada suhu berbeda dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $k = Ae^{(-E_a/RT)}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi profil energi dan logaritma. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk energi aktivasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

14.6.16 Analisis Respons dan Peta Bukti

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi profil energi dan logaritma. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk energi aktivasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai

bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dari sudut pandang pedagogical content knowledge, energi aktivasi dipahami sebagai parameter hambatan kinetik yang memengaruhi ketergantungan konstanta laju terhadap suhu. Analisis respons perlu menggunakan peta bukti, bukan keputusan berdasarkan satu butir. Konsistensi lintas konteks, representasi, dan waktu menentukan kuat-lemahnya klaim diagnostik. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa energi aktivasi dianggap energi yang dilepaskan reaksi atau sama dengan ΔH . Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi lambat dan cepat pada suhu berbeda dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $k = Ae^{(-E_a/RT)}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

14.6.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah

Remediasi untuk energi aktivasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat makroskopik, energi aktivasi dipahami sebagai parameter hambatan kinetik yang memengaruhi ketergantungan konstanta laju terhadap suhu. Konflik kognitif efektif bila anomali dipahami, relevan, dan diikuti model alternatif yang lebih produktif. Kejutan tanpa dukungan dapat membuat peserta didik mengabaikan data atau menghafal pengecualian. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa energi aktivasi dianggap energi yang dilepaskan reaksi atau sama dengan ΔH . Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi lambat dan cepat pada suhu berbeda dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $k=Ae^{(-E_a/RT)}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi profil energi dan logaritma. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

14.6.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa energi aktivasi dianggap energi yang dilepaskan reaksi atau sama dengan ΔH . Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi lambat dan cepat pada suhu berbeda dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $k=Ae^{(-E_a/RT)}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi profil energi dan logaritma. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan

tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk energi aktivasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat submikroskopik, energi aktivasi dipahami sebagai parameter hambatan kinetik yang memengaruhi ketergantungan konstanta laju terhadap suhu. Representasi majemuk harus dikoordinasikan, bukan sekadar ditampilkan berdampingan. Prompt penghubung perlu menanyakan apa yang tetap, berubah, dan diwakili pada setiap bentuk. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

14.6.19 Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk energi aktivasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya

jasas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam representasi simbolik, energi aktivasi dipahami sebagai parameter hambatan kinetik yang memengaruhi ketergantungan konstanta laju terhadap suhu. Praktikum, simulasi, dan argumentasi memberi ruang untuk menguji klaim dengan data. Kegiatan harus dirancang agar variabel, prediksi, ketidakpastian, dan batas model dibahas secara eksplisit. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa energi aktivasi dianggap energi yang dilepaskan reaksi atau sama dengan ΔH . Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi lambat dan cepat pada suhu berbeda dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $k = Ae^{(-E_a/RT)}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi profil energi dan logaritma. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

14.6.20 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara diagnostik, energi aktivasi dipahami sebagai parameter hambatan kinetik yang memengaruhi ketergantungan konstanta laju terhadap suhu. Perubahan konseptual dinilai melalui transfer ke masalah baru dan retensi setelah jeda waktu. Tindak lanjut harus membedakan penguasaan prosedur dari kemampuan menjelaskan dan mengevaluasi bukti. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa energi aktivasi dianggap energi yang dilepaskan reaksi atau sama dengan ΔH . Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi lambat dan cepat pada suhu berbeda dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $k=Ae^{(-E_a/RT)}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi profil energi dan logaritma. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk energi aktivasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Ringkasan Diagnostik 14.6

- Konsep sasaran: parameter hambatan kinetik yang memengaruhi ketergantungan konstanta laju terhadap suhu.
- Miskonsepsi prioritas: energi aktivasi dianggap energi yang dilepaskan reaksi atau sama dengan ΔH .
- Representasi minimum: fenomena reaksi lambat dan cepat pada suhu berbeda, model partikel, dan simbol $k=Ae^{(-E_a/RT)}$.

- Bukti minimum: satu pertanyaan terbuka, satu butir bertingkat, satu tugas representasi, dan satu konteks transfer.
- Keputusan pedagogis: remediasi didasarkan pada pola alasan dan keyakinan, bukan pada skor tunggal.

14.7 Pengaruh Konsentrasi

Subbab ini memusatkan perhatian pada pengaruh konsentrasi sebagai bagian dari jejaring konsep bab. Tujuannya adalah membangun definisi yang presisi, mengidentifikasi batas penerapan, mengungkap pola miskonsepsi, dan menyediakan perangkat diagnosis serta remediasi yang dapat diterapkan di kelas XI.

14.7.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam konteks laboratorium, pengaruh konsentrasi dipahami sebagai peningkatan konsentrasi dapat mengubah frekuensi pertemuan dan laju sesuai hukum laju. Penjelasan harus dimulai dari definisi yang dapat dioperasionalkan dalam pengamatan, perhitungan, dan komunikasi ilmiah. Batas konsep perlu dinyatakan agar istilah yang berdekatan tidak saling dipertukarkan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa dua kali konsentrasi dianggap selalu dua kali laju untuk semua reaksi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi tiosulfat-asam dan iodisasi dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $v = k[A]^m[B]^n$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi konsentrasi dan orde reaksi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini

konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pengaruh konsentrasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

14.7.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat

Konteks seperti reaksi tiosulfat-asam dan iodisasi dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $v=k[A]^m[B]^n$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi konsentrasi dan orde reaksi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pengaruh konsentrasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus

menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Ketika peserta didik memecahkan soal, pengaruh konsentrasi dipahami sebagai peningkatan konsentrasi dapat mengubah frekuensi pertemuan dan laju sesuai hukum laju. Konsep ini berada dalam jejaring pengetahuan, bukan unit hafalan yang berdiri sendiri. Prasyarat yang rapuh akan membuat peserta didik menggunakan aturan permukaan sebagai pengganti penalaran. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa dua kali konsentrasi dianggap selalu dua kali laju untuk semua reaksi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

14.7.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pengaruh konsentrasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Untuk mencegah hafalan tanpa makna, pengaruh konsentrasi dipahami sebagai peningkatan konsentrasi dapat mengubah frekuensi pertemuan dan laju sesuai hukum laju. Fenomena makroskopik berfungsi sebagai sumber bukti, tetapi tidak dengan sendirinya menjelaskan mekanisme. Pengamatan harus dipisahkan dari inferensi agar peserta didik tidak menganggap kesan inderawi sebagai definisi ilmiah. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa dua kali konsentrasi dianggap selalu dua kali laju untuk semua reaksi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi tiosulfat-asam dan iodisasi dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $v=k[A]^m[B]^n$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi konsentrasi dan orde reaksi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

14.7.4 Model Submikroskopik

Dalam pembelajaran kimia SMA, pengaruh konsentrasi dipahami sebagai peningkatan konsentrasi dapat mengubah frekuensi pertemuan dan laju sesuai hukum laju. Model submikroskopik menjelaskan perilaku partikel, interaksi, distribusi, dan perubahan yang tidak tampak langsung. Model harus disebut sebagai representasi dengan asumsi dan keterbatasan, bukan foto literal realitas. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa dua kali konsentrasi dianggap selalu dua kali laju untuk semua reaksi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi tiosulfat-asam dan iodisasi dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $v=k[A]^m[B]^n$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi konsentrasi dan orde reaksi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pengaruh konsentrasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

14.7.5 Bahasa Simbolik dan Matematis

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi konsentrasi dan orde reaksi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan

beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pengaruh konsentrasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dari sudut pandang pedagogical content knowledge, pengaruh konsentrasi dipahami sebagai peningkatan konsentrasi dapat mengubah frekuensi pertemuan dan laju sesuai hukum laju. Simbol dan persamaan memadatkan hubungan kuantitatif, tetapi setiap tanda harus dihubungkan dengan makna fisisnya. Manipulasi aljabar tanpa interpretasi satuan, tanda, dan kondisi mudah menghasilkan jawaban benar secara kebetulan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa dua kali konsentrasi dianggap selalu dua kali laju untuk semua reaksi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi tiosulfat-asam dan iodisasi dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $v = k[A]^m[B]^n$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

14.7.6 Koordinasi Antarrepresentasi

Remediasi untuk pengaruh konsentrasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat makroskopik, pengaruh konsentrasi dipahami sebagai peningkatan konsentrasi dapat mengubah frekuensi pertemuan dan laju sesuai hukum laju. Pemahaman matang tampak ketika peserta didik dapat berpindah konsisten antara fenomena, partikel, simbol, grafik, dan bahasa verbal. Ketidakselarasan antarrepresentasi merupakan indikator penting adanya pengetahuan yang terfragmentasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa dua kali konsentrasi dianggap selalu dua kali laju untuk semua reaksi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi tiosulfat-asam dan iodisasi dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $v=k[A]^m[B]^n$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi konsentrasi dan orde reaksi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

14.7.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa dua kali konsentrasi dianggap selalu dua kali laju untuk semua reaksi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi tiosulfat-asam dan iodisasi dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $v=k[A]^m[B]^n$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi konsentrasi dan orde reaksi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pengaruh konsentrasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat submikroskopik, pengaruh konsentrasi dipahami sebagai peningkatan konsentrasi dapat mengubah frekuensi pertemuan dan laju sesuai hukum laju. Contoh positif perlu dipasangkan dengan noncontoh dan kasus batas supaya kategori tidak dibangun dari satu ciri dangkal. Kasus batas menuntut peserta didik menjelaskan alasan, kondisi, dan tingkat idealisasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

14.7.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan

tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pengaruh konsentrasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam representasi simbolik, pengaruh konsentrasi dipahami sebagai peningkatan konsentrasi dapat mengubah frekuensi pertemuan dan laju sesuai hukum laju. Miskonsepsi inti biasanya masuk akal dari sudut pengalaman awal sehingga tidak efektif hanya diberi label salah. Guru perlu menemukan aturan intuitif yang digunakan dan menunjukkan di mana aturan itu gagal. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa dua kali konsentrasi dianggap selalu dua kali laju untuk semua reaksi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi tiosulfat-asam dan iodisasi dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $v = k[A]^m[B]^n$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi konsentrasi dan orde reaksi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

14.7.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara diagnostik, pengaruh konsentrasi dipahami sebagai peningkatan konsentrasi dapat mengubah frekuensi pertemuan dan laju sesuai hukum laju. Satu jawaban salah dapat muncul dari beberapa pola penalaran alternatif yang berbeda. Variasi respons perlu dipetakan berdasarkan alasan, representasi, dan tingkat keyakinan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa dua kali konsentrasi dianggap selalu dua kali laju untuk semua reaksi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi tiosulfat-asam dan iodisasi dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $v = k[A]^m[B]^n$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi konsentrasi dan orde reaksi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pengaruh konsentrasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan

membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

14.7.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari

Konteks seperti reaksi tiosulfat-asam dan iodisasi dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $v=k[A]^m[B]^n$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi konsentrasi dan orde reaksi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pengaruh konsentrasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara epistemologis, pengaruh konsentrasi dipahami sebagai peningkatan konsentrasi dapat mengubah frekuensi pertemuan dan laju sesuai hukum laju. Bahasa sehari-hari sering menggunakan kata yang sama dengan makna berbeda dari terminologi ilmiah. Peralihan register bahasa harus diajarkan eksplisit agar istilah familiar tidak membawa asumsi yang keliru.

Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa dua kali konsentrasi dianggap selalu dua kali laju untuk semua reaksi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

14.7.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pengaruh konsentrasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam konteks laboratorium, pengaruh konsentrasi dipahami sebagai peningkatan konsentrasi dapat mengubah frekuensi pertemuan dan laju sesuai hukum laju. Gambar dan analogi dapat membantu sekaligus menyesatkan bila fitur pemetaan dan batasnya tidak dijelaskan. Peserta didik perlu diminta menyebut bagian analogi yang sesuai dan yang tidak sesuai. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa dua kali konsentrasi dianggap selalu dua kali laju untuk semua reaksi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi tiosulfat-asam dan iodisasi dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $v = k[A]^m[B]^n$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi konsentrasi dan orde reaksi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

14.7.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran

Ketika peserta didik memecahkan soal, pengaruh konsentrasi dipahami sebagai peningkatan konsentrasi dapat mengubah frekuensi pertemuan dan laju sesuai hukum laju. Urutan buku teks, penyederhanaan guru, dan latihan algoritmik dapat memperkuat miskonsepsi secara tidak sengaja. Audit representasi dan bahasa pengajaran diperlukan sebelum menyalahkan peserta didik. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa dua kali konsentrasi dianggap selalu dua kali laju untuk semua reaksi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi tiosulfat-asam dan iodisasi dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $v = k[A]^m[B]^n$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi konsentrasi dan orde reaksi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pengaruh konsentrasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

14.7.13 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi konsentrasi dan orde reaksi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pengaruh konsentrasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai

bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Untuk mencegah hafalan tanpa makna, pengaruh konsentrasi dipahami sebagai peningkatan konsentrasi dapat mengubah frekuensi pertemuan dan laju sesuai hukum laju. Pertanyaan terbuka harus memancing prediksi, alasan, bukti, dan penjelasan mekanistik. Respons tertulis sebaiknya ditindaklanjuti dengan pertanyaan klarifikasi singkat. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa dua kali konsentrasi dianggap selalu dua kali laju untuk semua reaksi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi tiosulfat-asam dan iodisasi dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $v=k[A]^m[B]^n$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

14.7.14 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan

Remediasi untuk pengaruh konsentrasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam pembelajaran kimia SMA, pengaruh konsentrasi dipahami sebagai peningkatan konsentrasi dapat mengubah frekuensi pertemuan dan laju sesuai hukum laju. Tes bertingkat memisahkan pilihan jawaban, alasan, dan keyakinan sehingga tebakan dapat dibedakan dari pemahaman. Distraktor harus berasal dari pola konsepsi yang benar-benar ditemukan dalam wawancara atau literatur. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa dua kali konsentrasi dianggap selalu dua kali laju untuk semua reaksi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi tiosulfat-asam dan iodisasi dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $v=k[A]^m[B]^n$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi konsentrasi dan orde reaksi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

14.7.15 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa dua kali konsentrasi dianggap selalu dua kali laju untuk semua reaksi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi tiosulfat-asam dan iodisasi dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $v=k[A]^m[B]^n$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi konsentrasi dan orde reaksi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan

tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pengaruh konsentrasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dari sudut pandang pedagogical content knowledge, pengaruh konsentrasi dipahami sebagai peningkatan konsentrasi dapat mengubah frekuensi pertemuan dan laju sesuai hukum laju. Tugas menggambar dan Predict-Observe-Explain mengungkap hubungan antara model mental dan fenomena. Perbedaan prediksi dan observasi tidak otomatis mengubah konsep tanpa fase penjelasan dan rekonsiliasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

14.7.16 Analisis Respons dan Peta Bukti

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pengaruh konsentrasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus

menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat makroskopik, pengaruh konsentrasi dipahami sebagai peningkatan konsentrasi dapat mengubah frekuensi pertemuan dan laju sesuai hukum laju. Analisis respons perlu menggunakan peta bukti, bukan keputusan berdasarkan satu butir. Konsistensi lintas konteks, representasi, dan waktu menentukan kuat-lemahnya klaim diagnostik. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa dua kali konsentrasi dianggap selalu dua kali laju untuk semua reaksi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi tiosulfat-asam dan iodisasi dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $v = k[A]^m[B]^n$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi konsentrasi dan orde reaksi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

14.7.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat submikroskopik, pengaruh konsentrasi dipahami sebagai peningkatan konsentrasi dapat mengubah frekuensi pertemuan dan laju sesuai hukum laju. Konflik kognitif efektif bila anomali dipahami, relevan, dan diikuti model alternatif yang lebih produktif. Kejutan tanpa dukungan dapat membuat peserta didik mengabaikan data atau menghafal pengecualian. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa dua kali konsentrasi dianggap selalu dua kali laju untuk semua reaksi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi tiosulfat-asam dan iodisasi dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $v=k[A]^m[B]^n$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi konsentrasi dan orde reaksi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pengaruh konsentrasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

14.7.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk

Konteks seperti reaksi tiosulfat-asam dan iodisasi dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $v=k[A]^m[B]^n$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi konsentrasi dan orde reaksi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat

untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pengaruh konsentrasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam representasi simbolik, pengaruh konsentrasi dipahami sebagai peningkatan konsentrasi dapat mengubah frekuensi pertemuan dan laju sesuai hukum laju. Representasi majemuk harus dikoordinasikan, bukan sekadar ditampilkan berdampingan. Prompt penghubung perlu menanyakan apa yang tetap, berubah, dan diwakili pada setiap bentuk. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa dua kali konsentrasi dianggap selalu dua kali laju untuk semua reaksi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

14.7.19 Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya,

jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pengaruh konsentrasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara diagnostik, pengaruh konsentrasi dipahami sebagai peningkatan konsentrasi dapat mengubah frekuensi pertemuan dan laju sesuai hukum laju. Praktikum, simulasi, dan argumentasi memberi ruang untuk menguji klaim dengan data. Kegiatan harus dirancang agar variabel, prediksi, ketidakpastian, dan batas model dibahas secara eksplisit. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa dua kali konsentrasi dianggap selalu dua kali laju untuk semua reaksi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi tiosulfat-asam dan iodisasi dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $v = k[A]^m[B]^n$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi konsentrasi dan orde reaksi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

14.7.20 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut

Secara epistemologis, pengaruh konsentrasi dipahami sebagai peningkatan konsentrasi dapat mengubah frekuensi pertemuan dan laju sesuai hukum laju. Perubahan konseptual dinilai melalui transfer ke masalah baru dan retensi setelah jeda waktu. Tindak lanjut harus membedakan penguasaan prosedur dari kemampuan menjelaskan dan mengevaluasi bukti. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa dua kali konsentrasi dianggap selalu dua kali laju untuk semua reaksi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi tiosulfat-asam dan iodisasi dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $v = k[A]^m[B]^n$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi konsentrasi dan orde reaksi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pengaruh konsentrasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Ringkasan Diagnostik 14.7

- Konsep sasaran: peningkatan konsentrasi dapat mengubah frekuensi pertemuan dan laju sesuai hukum laju.
- Miskonsepsi prioritas: dua kali konsentrasi dianggap selalu dua kali laju untuk semua reaksi.
- Representasi minimum: fenomena reaksi tiosulfat-asam dan iodisasi, model partikel, dan simbol $v=k[A]^m[B]^n$.
- Bukti minimum: satu pertanyaan terbuka, satu butir bertingkat, satu tugas representasi, dan satu konteks transfer.
- Keputusan pedagogis: remediasi didasarkan pada pola alasan dan keyakinan, bukan pada skor tunggal.

14.8 Pengaruh Tekanan pada Reaksi Gas

Subbab ini memusatkan perhatian pada pengaruh tekanan pada reaksi gas sebagai bagian dari jejaring konsep bab. Tujuannya adalah membangun definisi yang presisi, mengidentifikasi batas penerapan, mengungkap pola miskonsepsi, dan menyediakan perangkat diagnosis serta remediasi yang dapat diterapkan di kelas XI.

14.8.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep

Ketika peserta didik memecahkan soal, pengaruh tekanan pada reaksi gas dipahami sebagai tekanan atau volume memengaruhi konsentrasi parsial gas dan frekuensi tumbukan. Penjelasan harus dimulai dari definisi yang dapat dioperasionalkan dalam pengamatan, perhitungan, dan komunikasi ilmiah. Batas konsep perlu dinyatakan agar istilah yang berdekatan tidak saling dipertukarkan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa tekanan selalu mempercepat semua reaksi, termasuk cairan dan padatan. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi gas dalam wadah bervolume berubah dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $p_i=n_iRT/V$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi gas ideal dan konsentrasi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pengaruh tekanan pada reaksi gas perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

14.8.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi gas ideal dan konsentrasi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan

beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pengaruh tekanan pada reaksi gas perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Untuk mencegah hafalan tanpa makna, pengaruh tekanan pada reaksi gas dipahami sebagai tekanan atau volume memengaruhi konsentrasi parsial gas dan frekuensi tumbukan. Konsep ini berada dalam jejaring pengetahuan, bukan unit hafalan yang berdiri sendiri. Prasyarat yang rapuh akan membuat peserta didik menggunakan aturan permukaan sebagai pengganti penalaran. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa tekanan selalu mempercepat semua reaksi, termasuk cairan dan padatan. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi gas dalam wadah bervolume berubah dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $p_i = n_i RT/V$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

14.8.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan

Remediasi untuk pengaruh tekanan pada reaksi gas perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam pembelajaran kimia SMA, pengaruh tekanan pada reaksi gas dipahami sebagai tekanan atau volume memengaruhi konsentrasi parsial gas dan frekuensi tumbukan. Fenomena makroskopik berfungsi sebagai sumber bukti, tetapi tidak dengan sendirinya menjelaskan mekanisme. Pengamatan harus dipisahkan dari inferensi agar peserta didik tidak menganggap kesan inderawi sebagai definisi ilmiah. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa tekanan selalu mempercepat semua reaksi, termasuk cairan dan padatan. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi gas dalam wadah bervolume berubah dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $p_i = n_i RT/V$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi gas ideal dan konsentrasi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

14.8.4 Model Submikroskopik

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa tekanan selalu mempercepat semua reaksi, termasuk cairan dan padatan. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi gas dalam wadah bervolume berubah dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $p_i = n_i RT/V$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi gas ideal dan konsentrasi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pengaruh tekanan pada reaksi gas perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dari sudut pandang pedagogical content knowledge, pengaruh tekanan pada reaksi gas dipahami sebagai tekanan atau volume memengaruhi konsentrasi parsial gas dan frekuensi tumbukan. Model submikroskopik menjelaskan perilaku partikel, interaksi, distribusi, dan perubahan yang tidak tampak langsung. Model harus disebut sebagai representasi dengan asumsi dan keterbatasan, bukan foto literal realitas. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

14.8.5 Bahasa Simbolik dan Matematis

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pengaruh tekanan pada reaksi gas perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat makroskopik, pengaruh tekanan pada reaksi gas dipahami sebagai tekanan atau volume memengaruhi konsentrasi parsial gas dan frekuensi tumbukan. Simbol dan persamaan memadatkan hubungan kuantitatif, tetapi setiap tanda harus dihubungkan dengan makna fisisnya. Manipulasi aljabar tanpa interpretasi satuan, tanda, dan kondisi mudah menghasilkan jawaban benar secara kebetulan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa tekanan selalu mempercepat semua reaksi, termasuk cairan dan padatan. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi gas dalam wadah bervolume berubah dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $p_i = n_i RT/V$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi gas ideal dan konsentrasi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk

memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

14.8.6 Koordinasi Antarrepresentasi

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat submikroskopik, pengaruh tekanan pada reaksi gas dipahami sebagai tekanan atau volume memengaruhi konsentrasi parsial gas dan frekuensi tumbukan. Pemahaman matang tampak ketika peserta didik dapat berpindah konsisten antara fenomena, partikel, simbol, grafik, dan bahasa verbal. Ketidakselarasan antarrepresentasi merupakan indikator penting adanya pengetahuan yang terfragmentasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa tekanan selalu mempercepat semua reaksi, termasuk cairan dan padatan. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi gas dalam wadah bervolume berubah dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $p_i = n_i RT/V$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi gas ideal dan konsentrasi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya,

jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pengaruh tekanan pada reaksi gas perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

14.8.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas

Konteks seperti reaksi gas dalam wadah bervolume berubah dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $p_i = n_i RT/V$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi gas ideal dan konsentrasi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pengaruh tekanan pada reaksi gas perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam representasi simbolik, pengaruh tekanan pada reaksi gas dipahami sebagai tekanan atau volume memengaruhi konsentrasi parsial gas dan frekuensi tumbukan. Contoh positif perlu dipasangkan dengan noncontoh dan kasus batas supaya kategori tidak dibangun dari satu ciri dangkal. Kasus batas menuntut peserta didik menjelaskan alasan, kondisi, dan tingkat idealisasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa tekanan selalu mempercepat semua reaksi, termasuk cairan dan padatan. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

14.8.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pengaruh tekanan pada reaksi gas perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara diagnostik, pengaruh tekanan pada reaksi gas dipahami sebagai tekanan atau volume memengaruhi konsentrasi parsial gas dan frekuensi tumbukan. Miskonsepsi inti biasanya masuk akal dari sudut pengalaman awal sehingga tidak efektif hanya diberi label salah. Guru perlu menemukan aturan intuitif yang digunakan dan menunjukkan di mana aturan itu gagal. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa tekanan selalu mempercepat semua reaksi, termasuk cairan dan padatan. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi gas dalam wadah bervolume berubah dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan

kemudian ke representasi $p_i = n_i RT/V$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi gas ideal dan konsentrasi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

14.8.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif

Secara epistemologis, pengaruh tekanan pada reaksi gas dipahami sebagai tekanan atau volume memengaruhi konsentrasi parsial gas dan frekuensi tumbukan. Satu jawaban salah dapat muncul dari beberapa pola penalaran alternatif yang berbeda. Variasi respons perlu dipetakan berdasarkan alasan, representasi, dan tingkat keyakinan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa tekanan selalu mempercepat semua reaksi, termasuk cairan dan padatan. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi gas dalam wadah bervolume berubah dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $p_i = n_i RT/V$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi gas ideal dan konsentrasi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini

konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pengaruh tekanan pada reaksi gas perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

14.8.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi gas ideal dan konsentrasi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pengaruh tekanan pada reaksi gas perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam konteks laboratorium, pengaruh tekanan pada reaksi gas dipahami sebagai tekanan atau volume memengaruhi konsentrasi parsial gas dan frekuensi tumbukan. Bahasa sehari-hari sering menggunakan kata yang sama dengan makna berbeda dari terminologi ilmiah. Peralihan register bahasa harus diajarkan eksplisit agar istilah familiar tidak membawa asumsi yang keliru. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa tekanan selalu mempercepat semua reaksi, termasuk cairan dan padatan. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi gas dalam wadah bervolume berubah dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $p_i = n_i RT/V$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

14.8.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi

Remediasi untuk pengaruh tekanan pada reaksi gas perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Ketika peserta didik memecahkan soal, pengaruh tekanan pada reaksi gas dipahami sebagai tekanan atau volume memengaruhi konsentrasi parsial gas dan frekuensi tumbukan. Gambar dan analogi dapat membantu sekaligus menyesatkan bila fitur pemetaan dan batasnya tidak dijelaskan. Peserta didik perlu diminta menyebut bagian analogi yang sesuai dan yang tidak sesuai. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa tekanan selalu mempercepat semua reaksi, termasuk cairan dan padatan. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau

bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi gas dalam wadah bervolume berubah dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $p_i = n_i RT/V$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi gas ideal dan konsentrasi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

14.8.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa tekanan selalu mempercepat semua reaksi, termasuk cairan dan padatan. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi gas dalam wadah bervolume berubah dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $p_i = n_i RT/V$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi gas ideal dan konsentrasi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pengaruh tekanan pada reaksi gas perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Untuk mencegah hafalan tanpa makna, pengaruh tekanan pada reaksi gas dipahami sebagai tekanan atau volume memengaruhi konsentrasi parsial gas dan frekuensi tumbukan. Urutan buku teks, penyederhanaan guru, dan latihan algoritmik dapat memperkuat miskonsepsi secara tidak sengaja. Audit representasi dan bahasa pengajaran diperlukan sebelum menyalahkan peserta didik. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

14.8.13 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pengaruh tekanan pada reaksi gas perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam pembelajaran kimia SMA, pengaruh tekanan pada reaksi gas dipahami sebagai tekanan atau volume memengaruhi konsentrasi parsial gas dan frekuensi tumbukan. Pertanyaan terbuka harus memancing prediksi, alasan, bukti, dan penjelasan mekanistik. Respons tertulis sebaiknya ditindaklanjuti dengan pertanyaan klarifikasi singkat. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa tekanan selalu mempercepat semua reaksi, termasuk cairan dan padatan. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi gas dalam wadah bervolume berubah dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $p_i = n_i RT/V$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi gas ideal dan konsentrasi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

14.8.14 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dari sudut pandang pedagogical content knowledge, pengaruh tekanan pada reaksi gas dipahami sebagai tekanan atau volume memengaruhi konsentrasi parsial gas dan frekuensi tumbukan. Tes bertingkat memisahkan pilihan jawaban, alasan, dan keyakinan sehingga tebakan dapat dibedakan dari pemahaman. Distraktor harus berasal dari pola konsepsi yang

benar-benar ditemukan dalam wawancara atau literatur. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa tekanan selalu mempercepat semua reaksi, termasuk cairan dan padatan. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi gas dalam wadah bervolume berubah dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $p_i = n_i RT/V$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi gas ideal dan konsentrasi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pengaruh tekanan pada reaksi gas perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

14.8.15 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain

Konteks seperti reaksi gas dalam wadah bervolume berubah dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $p_i = n_i RT/V$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik

perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi gas ideal dan konsentrasi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pengaruh tekanan pada reaksi gas perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat makroskopik, pengaruh tekanan pada reaksi gas dipahami sebagai tekanan atau volume memengaruhi konsentrasi parsial gas dan frekuensi tumbukan. Tugas menggambar dan Predict-Observe-Explain mengungkap hubungan antara model mental dan fenomena. Perbedaan prediksi dan observasi tidak otomatis mengubah konsep tanpa fase penjelasan dan rekonsiliasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa tekanan selalu mempercepat semua reaksi, termasuk cairan dan padatan. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

14.8.16 Analisis Respons dan Peta Bukti

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pengaruh tekanan pada reaksi gas perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat submikroskopik, pengaruh tekanan pada reaksi gas dipahami sebagai tekanan atau volume memengaruhi konsentrasi parsial gas dan frekuensi tumbukan. Analisis respons perlu menggunakan peta bukti, bukan keputusan berdasarkan satu butir. Konsistensi lintas konteks, representasi, dan waktu menentukan kuat-lemahnya klaim diagnostik. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa tekanan selalu mempercepat semua reaksi, termasuk cairan dan padatan. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi gas dalam wadah bervolume berubah dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $p_i = n_i RT/V$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi gas ideal dan konsentrasi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini

konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

14.8.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah

Dalam representasi simbolik, pengaruh tekanan pada reaksi gas dipahami sebagai tekanan atau volume memengaruhi konsentrasi parsial gas dan frekuensi tumbukan. Konflik kognitif efektif bila anomali dipahami, relevan, dan diikuti model alternatif yang lebih produktif. Kejutan tanpa dukungan dapat membuat peserta didik mengabaikan data atau menghafal pengecualian. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa tekanan selalu mempercepat semua reaksi, termasuk cairan dan padatan. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi gas dalam wadah bervolume berubah dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $p_i = n_i RT/V$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi gas ideal dan konsentrasi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pengaruh tekanan pada reaksi gas perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus

menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

14.8.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi gas ideal dan konsentrasi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pengaruh tekanan pada reaksi gas perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara diagnostik, pengaruh tekanan pada reaksi gas dipahami sebagai tekanan atau volume memengaruhi konsentrasi parsial gas dan frekuensi tumbukan. Representasi majemuk harus dikoordinasikan, bukan sekadar ditampilkan berdampingan. Prompt penghubung perlu menanyakan apa yang tetap, berubah, dan diwakili pada setiap bentuk. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa tekanan selalu mempercepat semua reaksi, termasuk cairan dan padatan. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi gas dalam wadah bervolume berubah dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $p_i = n_i RT/V$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

14.8.19 Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif

Remediasi untuk pengaruh tekanan pada reaksi gas perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara epistemologis, pengaruh tekanan pada reaksi gas dipahami sebagai tekanan atau volume memengaruhi konsentrasi parsial gas dan frekuensi tumbukan. Praktikum, simulasi, dan argumentasi memberi ruang untuk menguji klaim dengan data. Kegiatan harus dirancang agar variabel, prediksi, ketidakpastian, dan batas model dibahas secara eksplisit. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa tekanan selalu mempercepat semua reaksi, termasuk cairan dan padatan. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi gas dalam wadah bervolume berubah dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $p_i = n_i RT/V$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi gas ideal dan konsentrasi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan

pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

14.8.20 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa tekanan selalu mempercepat semua reaksi, termasuk cairan dan padatan. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi gas dalam wadah bervolume berubah dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $p_i = n_i RT/V$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi gas ideal dan konsentrasi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya,

jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pengaruh tekanan pada reaksi gas perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam konteks laboratorium, pengaruh tekanan pada reaksi gas dipahami sebagai tekanan atau volume memengaruhi konsentrasi parsial gas dan frekuensi tumbukan. Perubahan konseptual dinilai melalui transfer ke masalah baru dan retensi setelah jeda waktu. Tindak lanjut harus membedakan penguasaan prosedur dari kemampuan menjelaskan dan mengevaluasi bukti. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Ringkasan Diagnostik 14.8

- Konsep sasaran: tekanan atau volume memengaruhi konsentrasi parsial gas dan frekuensi tumbukan.
- Miskonsepsi prioritas: tekanan selalu mempercepat semua reaksi, termasuk cairan dan padatan.
- Representasi minimum: fenomena reaksi gas dalam wadah bervolume berubah, model partikel, dan simbol $p_i = n_i RT/V$.
- Bukti minimum: satu pertanyaan terbuka, satu butir bertingkat, satu tugas representasi, dan satu konteks transfer.
- Keputusan pedagogis: remediasi didasarkan pada pola alasan dan keyakinan, bukan pada skor tunggal.

14.9 Pengaruh Luas Permukaan

Subbab ini memusatkan perhatian pada pengaruh luas permukaan sebagai bagian dari jejaring konsep bab. Tujuannya adalah membangun definisi yang presisi, mengidentifikasi batas penerapan, mengungkap pola miskonsepsi, dan menyediakan perangkat diagnosis serta remediasi yang dapat diterapkan di kelas XI.

14.9.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa serbuk dianggap lebih reaktif karena massanya lebih kecil atau partikelnya kehilangan sifat zat. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang

diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti serbuk dan bongkahan CaCO_3 dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $A_{\text{permukaan}}$ dan laju heterogen. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi partikel, antarmuka, dan massa tetap. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pengaruh luas permukaan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Untuk mencegah hafalan tanpa makna, pengaruh luas permukaan dipahami sebagai luas permukaan padatan menentukan banyaknya lokasi kontak yang tersedia untuk reaksi heterogen. Penjelasan harus dimulai dari definisi yang dapat dioperasionalkan dalam pengamatan, perhitungan, dan komunikasi ilmiah. Batas konsep perlu dinyatakan agar istilah yang berdekatan tidak saling dipertukarkan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

14.9.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pengaruh luas permukaan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam pembelajaran kimia SMA, pengaruh luas permukaan dipahami sebagai luas permukaan padatan menentukan banyaknya lokasi kontak yang tersedia untuk reaksi heterogen. Konsep ini berada dalam jejaring pengetahuan, bukan unit hafalan yang berdiri sendiri. Prasyarat yang rapuh akan membuat peserta didik menggunakan aturan permukaan sebagai pengganti penalaran. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa serbuk dianggap lebih reaktif karena massanya lebih kecil atau partikelnya kehilangan sifat zat. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti serbuk dan bongkahan CaCO_3 dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $A_{\text{permukaan}}$ dan laju heterogen. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi partikel, antarmuka, dan massa tetap. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

14.9.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dari sudut pandang pedagogical content knowledge, pengaruh luas permukaan dipahami sebagai luas permukaan padatan menentukan banyaknya lokasi kontak yang tersedia untuk reaksi heterogen. Fenomena makroskopik berfungsi sebagai sumber bukti, tetapi tidak dengan sendirinya menjelaskan mekanisme. Pengamatan harus dipisahkan dari inferensi agar peserta didik tidak menganggap kesan inderawi sebagai definisi ilmiah. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa serbuk dianggap lebih reaktif karena massanya lebih kecil atau partikelnya kehilangan sifat zat. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti serbuk dan bongkahan CaCO_3 dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $A_{\text{permukaan}}$ dan laju heterogen. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi partikel, antarmuka, dan massa tetap. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pengaruh luas permukaan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

14.9.4 Model Submikroskopik

Konteks seperti serbuk dan bongkahan CaCO_3 dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $A_{\text{permukaan}}$ dan laju heterogen. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi partikel, antarmuka, dan massa tetap. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pengaruh luas permukaan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai

bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat makroskopik, pengaruh luas permukaan dipahami sebagai luas permukaan padatan menentukan banyaknya lokasi kontak yang tersedia untuk reaksi heterogen. Model submikroskopik menjelaskan perilaku partikel, interaksi, distribusi, dan perubahan yang tidak tampak langsung. Model harus disebut sebagai representasi dengan asumsi dan keterbatasan, bukan foto literal realitas. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa serbuk dianggap lebih reaktif karena massanya lebih kecil atau partikelnya kehilangan sifat zat. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

14.9.5 Bahasa Simbolik dan Matematis

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pengaruh luas permukaan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat submikroskopik, pengaruh luas permukaan dipahami sebagai luas permukaan padatan menentukan banyaknya lokasi kontak yang tersedia untuk reaksi heterogen. Simbol dan persamaan memadatkan hubungan kuantitatif, tetapi setiap tanda harus dihubungkan dengan makna fisisnya. Manipulasi aljabar tanpa interpretasi satuan, tanda, dan kondisi mudah menghasilkan jawaban benar secara kebetulan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa serbuk dianggap lebih reaktif karena massanya lebih kecil atau partikelnya kehilangan sifat zat. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala

representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti serbuk dan bongkahan CaCO_3 dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $A_{\text{permukaan}}$ dan laju heterogen. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi partikel, antarmuka, dan massa tetap. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

14.9.6 Koordinasi Antarrepresentasi

Dalam representasi simbolik, pengaruh luas permukaan dipahami sebagai luas permukaan padatan menentukan banyaknya lokasi kontak yang tersedia untuk reaksi heterogen. Pemahaman matang tampak ketika peserta didik dapat berpindah konsisten antara fenomena, partikel, simbol, grafik, dan bahasa verbal. Ketidakselarasan antarrepresentasi merupakan indikator penting adanya pengetahuan yang terfragmentasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa serbuk dianggap lebih reaktif karena massanya lebih kecil atau partikelnya kehilangan sifat zat. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti serbuk dan bongkahan CaCO_3 dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $A_{\text{permukaan}}$ dan laju heterogen. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi partikel, antarmuka, dan massa tetap. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pengaruh luas permukaan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

14.9.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi partikel, antarmuka, dan massa tetap. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan

beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pengaruh luas permukaan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara diagnostik, pengaruh luas permukaan dipahami sebagai luas permukaan padatan menentukan banyaknya lokasi kontak yang tersedia untuk reaksi heterogen. Contoh positif perlu dipasangkan dengan noncontoh dan kasus batas supaya kategori tidak dibangun dari satu ciri dangkal. Kasus batas menuntut peserta didik menjelaskan alasan, kondisi, dan tingkat idealisasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa serbuk dianggap lebih reaktif karena massanya lebih kecil atau partikelnya kehilangan sifat zat. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti serbuk dan bongkahan CaCO_3 dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $A_{\text{permukaan}}$ dan laju heterogen. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

14.9.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul

Remediasi untuk pengaruh luas permukaan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara epistemologis, pengaruh luas permukaan dipahami sebagai luas permukaan padatan menentukan banyaknya lokasi kontak yang tersedia untuk reaksi heterogen. Miskonsepsi ini biasanya masuk akal dari sudut pengalaman awal sehingga tidak efektif hanya diberi label salah. Guru perlu menemukan aturan intuitif yang digunakan dan menunjukkan di mana aturan itu gagal. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa serbuk dianggap lebih reaktif karena massanya lebih kecil atau partikelnya kehilangan sifat zat. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti serbuk dan bongkahan CaCO_3 dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $A_{\text{permukaan}}$ dan laju heterogen. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi partikel, antarmuka, dan massa tetap. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

14.9.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa serbuk dianggap lebih reaktif karena massanya lebih kecil atau partikelnya kehilangan sifat zat. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti serbuk dan bongkahan CaCO_3 dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $A_{\text{permukaan}}$ dan laju heterogen. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi partikel, antarmuka, dan massa tetap. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pengaruh luas permukaan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam konteks laboratorium, pengaruh luas permukaan dipahami sebagai luas permukaan padatan menentukan banyaknya lokasi kontak yang tersedia untuk reaksi heterogen. Satu jawaban salah dapat muncul dari beberapa pola penalaran alternatif yang berbeda. Variasi respons perlu dipetakan berdasarkan alasan, representasi, dan tingkat keyakinan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

14.9.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan

tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pengaruh luas permukaan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Ketika peserta didik memecahkan soal, pengaruh luas permukaan dipahami sebagai luas permukaan padatan menentukan banyaknya lokasi kontak yang tersedia untuk reaksi heterogen. Bahasa sehari-hari sering menggunakan kata yang sama dengan makna berbeda dari terminologi ilmiah. Peralihan register bahasa harus diajarkan eksplisit agar istilah familiar tidak membawa asumsi yang keliru. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa serbuk dianggap lebih reaktif karena massanya lebih kecil atau partikelnya kehilangan sifat zat. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti serbuk dan bongkahan CaCO_3 dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $A_{\text{permukaan}}$ dan laju heterogen. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi partikel, antarmuka, dan massa tetap. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

14.9.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Untuk mencegah hafalan tanpa makna, pengaruh luas permukaan dipahami sebagai luas permukaan padatan menentukan banyaknya lokasi kontak yang tersedia untuk reaksi heterogen. Gambar dan analogi dapat membantu sekaligus menyesatkan bila fitur pemetaan dan batasnya tidak dijelaskan. Peserta didik perlu diminta menyebut bagian analogi yang sesuai dan yang tidak sesuai. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa serbuk dianggap lebih reaktif karena massanya lebih kecil atau partikelnya kehilangan sifat zat. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti serbuk dan bongkahan CaCO_3 dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $A_{\text{permukaan}}$ dan laju heterogen. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi partikel, antarmuka, dan massa tetap. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pengaruh luas permukaan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

14.9.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran

Konteks seperti serbuk dan bongkahan CaCO_3 dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $A_{\text{permukaan}}$ dan laju heterogen. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi partikel, antarmuka, dan massa tetap. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pengaruh luas permukaan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam pembelajaran kimia SMA, pengaruh luas permukaan dipahami sebagai luas permukaan padatan menentukan banyaknya lokasi kontak yang tersedia untuk reaksi heterogen. Urutan buku teks, penyederhanaan guru, dan latihan algoritmik dapat memperkuat miskonsepsi secara

tidak sengaja. Audit representasi dan bahasa pengajaran diperlukan sebelum menyalahkan peserta didik. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa serbuk dianggap lebih reaktif karena massanya lebih kecil atau partikelnya kehilangan sifat zat. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

14.9.13 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pengaruh luas permukaan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dari sudut pandang pedagogical content knowledge, pengaruh luas permukaan dipahami sebagai luas permukaan padatan menentukan banyaknya lokasi kontak yang tersedia untuk reaksi heterogen. Pertanyaan terbuka harus memancing prediksi, alasan, bukti, dan penjelasan mekanistik. Respons tertulis sebaiknya ditindaklanjuti dengan pertanyaan klarifikasi singkat. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa serbuk dianggap lebih reaktif karena massanya lebih kecil atau partikelnya kehilangan sifat zat. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti serbuk dan bongkahan CaCO_3 dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $A_{\text{permukaan}}$ dan laju heterogen. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta

didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi partikel, antarmuka, dan massa tetap. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

14.9.14 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan

Pada tingkat makroskopik, pengaruh luas permukaan dipahami sebagai luas permukaan padatan menentukan banyaknya lokasi kontak yang tersedia untuk reaksi heterogen. Tes bertingkat memisahkan pilihan jawaban, alasan, dan keyakinan sehingga tebakan dapat dibedakan dari pemahaman. Distraktor harus berasal dari pola konsepsi yang benar-benar ditemukan dalam wawancara atau literatur. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa serbuk dianggap lebih reaktif karena massanya lebih kecil atau partikelnya kehilangan sifat zat. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti serbuk dan bongkahan CaCO_3 dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $A_{\text{permukaan}}$ dan laju heterogen. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi partikel, antarmuka, dan massa tetap. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan

tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pengaruh luas permukaan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

14.9.15 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi partikel, antarmuka, dan massa tetap. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pengaruh luas permukaan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus

menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat submikroskopik, pengaruh luas permukaan dipahami sebagai luas permukaan padatan menentukan banyaknya lokasi kontak yang tersedia untuk reaksi heterogen. Tugas menggambar dan Predict-Observe-Explain mengungkap hubungan antara model mental dan fenomena. Perbedaan prediksi dan observasi tidak otomatis mengubah konsep tanpa fase penjelasan dan rekonsiliasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa serbuk dianggap lebih reaktif karena massanya lebih kecil atau partikelnya kehilangan sifat zat. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti serbuk dan bongkahan CaCO_3 dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $A_{\text{permukaan}}$ dan laju heterogen. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

14.9.16 Analisis Respons dan Peta Bukti

Remediasi untuk pengaruh luas permukaan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam representasi simbolik, pengaruh luas permukaan dipahami sebagai luas permukaan padatan menentukan banyaknya lokasi kontak yang tersedia untuk reaksi heterogen. Analisis respons perlu menggunakan peta bukti, bukan keputusan berdasarkan satu butir. Konsistensi lintas konteks, representasi, dan waktu menentukan kuat-lemahnya klaim diagnostik. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa serbuk dianggap lebih reaktif karena massanya lebih kecil atau partikelnya kehilangan sifat zat. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti serbuk dan bongkahan CaCO_3 dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $A_{\text{permukaan}}$ dan laju heterogen. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi partikel, antarmuka, dan massa tetap. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

14.9.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa serbuk dianggap lebih reaktif karena massanya lebih kecil atau partikelnya kehilangan sifat zat. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti serbuk dan bongkahan CaCO_3 dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $A_{\text{permukaan}}$ dan laju heterogen. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi partikel, antarmuka, dan massa tetap. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pengaruh luas permukaan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara diagnostik, pengaruh luas permukaan dipahami sebagai luas permukaan padatan menentukan banyaknya lokasi kontak yang tersedia untuk reaksi heterogen. Konflik kognitif efektif bila anomali dipahami, relevan, dan diikuti model alternatif yang lebih produktif. Kejutan tanpa dukungan dapat membuat peserta didik mengabaikan data atau menghafal pengecualian. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

14.9.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pengaruh luas permukaan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara epistemologis, pengaruh luas permukaan dipahami sebagai luas permukaan padatan menentukan banyaknya lokasi kontak yang tersedia untuk reaksi heterogen. Representasi majemuk harus dikoordinasikan, bukan sekadar ditampilkan berdampingan. Prompt penghubung perlu menanyakan apa yang tetap, berubah, dan diwakili pada setiap bentuk. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa serbuk dianggap lebih reaktif karena massanya lebih kecil atau partikelnya kehilangan sifat zat. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti serbuk dan bongkahan CaCO_3 dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $A_{\text{permukaan}}$ dan laju heterogen. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi partikel, antarmuka, dan massa tetap. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

14.9.19 Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai

bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam konteks laboratorium, pengaruh luas permukaan dipahami sebagai luas permukaan padatan menentukan banyaknya lokasi kontak yang tersedia untuk reaksi heterogen. Praktikum, simulasi, dan argumentasi memberi ruang untuk menguji klaim dengan data. Kegiatan harus dirancang agar variabel, prediksi, ketidakpastian, dan batas model dibahas secara eksplisit. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa serbuk dianggap lebih reaktif karena massanya lebih kecil atau partikelnya kehilangan sifat zat. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti serbuk dan bongkahan CaCO_3 dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $A_{\text{permukaan}}$ dan laju heterogen. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi partikel, antarmuka, dan massa tetap. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pengaruh luas permukaan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

14.9.20 *Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut*

Konteks seperti serbuk dan bongkahan CaCO_3 dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $A_{\text{permukaan}}$ dan laju heterogen. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi partikel, antarmuka, dan massa tetap. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pengaruh luas permukaan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Ketika peserta didik memecahkan soal, pengaruh luas permukaan dipahami sebagai luas permukaan padatan menentukan banyaknya lokasi kontak yang tersedia untuk reaksi heterogen. Perubahan konseptual dinilai melalui transfer ke masalah baru dan retensi setelah jeda waktu. Tindak lanjut harus membedakan penguasaan prosedur dari kemampuan menjelaskan dan mengevaluasi bukti. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa serbuk dianggap lebih reaktif karena massanya lebih kecil atau partikelnya kehilangan sifat zat. Anggapan tersebut dapat

bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Ringkasan Diagnostik 14.9

- Konsep sasaran: luas permukaan padatan menentukan banyaknya lokasi kontak yang tersedia untuk reaksi heterogen.
- Miskonsepsi prioritas: serbuk dianggap lebih reaktif karena massanya lebih kecil atau partikelnya kehilangan sifat zat.
- Representasi minimum: fenomena serbuk dan bongkahan CaCO_3 , model partikel, dan simbol $A_{\text{permukaan}}$ dan laju heterogen.
- Bukti minimum: satu pertanyaan terbuka, satu butir bertingkat, satu tugas representasi, dan satu konteks transfer.
- Keputusan pedagogis: remediasi didasarkan pada pola alasan dan keyakinan, bukan pada skor tunggal.

14.10 Pengaruh Suhu

Subbab ini memusatkan perhatian pada pengaruh suhu sebagai bagian dari jejaring konsep bab. Tujuannya adalah membangun definisi yang presisi, mengidentifikasi batas penerapan, mengungkap pola miskonsepsi, dan menyediakan perangkat diagnosis serta remediasi yang dapat diterapkan di kelas XI.

14.10.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep

Konteks seperti reaksi tablet effervescent pada suhu berbeda dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi Arrhenius dan Maxwell-Boltzmann. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi energi kinetik, distribusi, dan eksponensial. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pengaruh suhu perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam pembelajaran kimia SMA, pengaruh suhu dipahami sebagai suhu mengubah distribusi energi dan konstanta laju, bukan sekadar jumlah tumbukan. Penjelasan harus dimulai dari definisi yang dapat dioperasionalkan dalam pengamatan, perhitungan, dan komunikasi ilmiah. Batas konsep perlu dinyatakan agar istilah yang berdekatan tidak saling dipertukarkan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa kenaikan suhu hanya menambah frekuensi tumbukan dan semua partikel memiliki energi sama. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

14.10.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pengaruh suhu perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai

bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dari sudut pandang pedagogical content knowledge, pengaruh suhu dipahami sebagai suhu mengubah distribusi energi dan konstanta laju, bukan sekadar jumlah tumbukan. Konsep ini berada dalam jejaring pengetahuan, bukan unit hafalan yang berdiri sendiri. Prasyarat yang rapuh akan membuat peserta didik menggunakan aturan permukaan sebagai pengganti penalaran. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa kenaikan suhu hanya menambah frekuensi tumbukan dan semua partikel memiliki energi sama. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi tablet effervescent pada suhu berbeda dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi Arrhenius dan Maxwell-Boltzmann. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi energi kinetik, distribusi, dan eksponensial. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

14.10.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan

Pada tingkat makroskopik, pengaruh suhu dipahami sebagai suhu mengubah distribusi energi dan konstanta laju, bukan sekadar jumlah tumbukan. Fenomena makroskopik berfungsi sebagai sumber bukti, tetapi tidak dengan sendirinya menjelaskan mekanisme. Pengamatan harus dipisahkan dari inferensi agar peserta didik tidak menganggap kesan inderawi sebagai definisi ilmiah. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa kenaikan suhu hanya menambah frekuensi tumbukan dan semua partikel memiliki energi sama. Anggapan tersebut

dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi tablet effervescent pada suhu berbeda dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi Arrhenius dan Maxwell-Boltzmann. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi energi kinetik, distribusi, dan eksponensial. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pengaruh suhu perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

14.10.4 Model Submikroskopik

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi energi kinetik, distribusi, dan eksponensial. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil,

remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pengaruh suhu perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat submikroskopik, pengaruh suhu dipahami sebagai suhu mengubah distribusi energi dan konstanta laju, bukan sekadar jumlah tumbukan. Model submikroskopik menjelaskan perilaku partikel, interaksi, distribusi, dan perubahan yang tidak tampak langsung. Model harus disebut sebagai representasi dengan asumsi dan keterbatasan, bukan foto literal realitas. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa kenaikan suhu hanya menambah frekuensi tumbukan dan semua partikel memiliki energi sama. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi tablet effervescent pada suhu berbeda dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi Arrhenius dan Maxwell-Boltzmann. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

14.10.5 Bahasa Simbolik dan Matematis

Remediasi untuk pengaruh suhu perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam representasi simbolik, pengaruh suhu dipahami sebagai suhu mengubah distribusi energi dan konstanta laju, bukan sekadar jumlah tumbukan. Simbol dan persamaan memadatkan hubungan kuantitatif, tetapi setiap tanda harus dihubungkan dengan makna fisiknya. Manipulasi aljabar tanpa interpretasi satuan, tanda, dan kondisi mudah menghasilkan jawaban benar secara kebetulan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa kenaikan suhu hanya menambah frekuensi tumbukan dan semua partikel memiliki energi sama. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi tablet effervescent pada suhu berbeda dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi Arrhenius dan Maxwell-Boltzmann. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi energi kinetik, distribusi, dan eksponensial. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

14.10.6 Koordinasi Antarrepresentasi

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa kenaikan suhu hanya menambah frekuensi tumbukan dan semua partikel memiliki energi sama. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi tablet effervescent pada suhu berbeda dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi Arrhenius dan Maxwell-Boltzmann. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi energi kinetik, distribusi, dan eksponensial. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pengaruh suhu perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara diagnostik, pengaruh suhu dipahami sebagai suhu mengubah distribusi energi dan konstanta laju, bukan sekadar jumlah tumbukan. Pemahaman matang tampak ketika peserta didik dapat berpindah konsisten antara fenomena, partikel, simbol, grafik, dan bahasa verbal. Ketidakselarasan antarrepresentasi merupakan indikator penting adanya pengetahuan yang terfragmentasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

14.10.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pengaruh suhu perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara epistemologis, pengaruh suhu dipahami sebagai suhu mengubah distribusi energi dan konstanta laju, bukan sekadar jumlah tumbukan. Contoh positif perlu dipasangkan dengan noncontoh dan kasus batas supaya kategori tidak dibangun dari satu ciri dangkal. Kasus batas menuntut peserta didik menjelaskan alasan, kondisi, dan tingkat idealisasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa kenaikan suhu hanya menambah frekuensi tumbukan dan semua partikel memiliki energi sama. Anggapan tersebut

dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi tablet effervescent pada suhu berbeda dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi Arrhenius dan Maxwell-Boltzmann. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi energi kinetik, distribusi, dan eksponensial. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

14.10.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam konteks laboratorium, pengaruh suhu dipahami sebagai suhu mengubah distribusi energi dan konstanta laju, bukan sekadar jumlah tumbukan. Miskonsepsi inti biasanya masuk akal dari sudut pengalaman awal sehingga tidak efektif hanya diberi label salah. Guru perlu menemukan aturan intuitif yang digunakan dan menunjukkan di mana aturan itu gagal. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa kenaikan suhu hanya menambah frekuensi tumbukan dan semua partikel memiliki energi sama. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi tablet effervescent pada suhu berbeda dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi Arrhenius dan Maxwell-Boltzmann. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi energi kinetik, distribusi, dan eksponensial. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil,

remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pengaruh suhu perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

14.10.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif

Konteks seperti reaksi tablet effervescent pada suhu berbeda dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi Arrhenius dan Maxwell-Boltzmann. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi energi kinetik, distribusi, dan eksponensial. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya,

jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pengaruh suhu perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Ketika peserta didik memecahkan soal, pengaruh suhu dipahami sebagai suhu mengubah distribusi energi dan konstanta laju, bukan sekadar jumlah tumbukan. Satu jawaban salah dapat muncul dari beberapa pola penalaran alternatif yang berbeda. Variasi respons perlu dipetakan berdasarkan alasan, representasi, dan tingkat keyakinan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa kenaikan suhu hanya menambah frekuensi tumbukan dan semua partikel memiliki energi sama. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

14.10.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pengaruh suhu perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Untuk mencegah hafalan tanpa makna, pengaruh suhu dipahami sebagai suhu mengubah distribusi energi dan konstanta laju, bukan sekadar jumlah tumbukan. Bahasa sehari-hari sering menggunakan kata yang sama dengan makna berbeda dari terminologi ilmiah. Peralihan register bahasa harus diajarkan eksplisit agar istilah familiar tidak membawa asumsi yang keliru. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa kenaikan suhu hanya menambah frekuensi tumbukan dan semua partikel memiliki energi sama. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi tablet effervescent pada suhu berbeda dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi Arrhenius dan Maxwell-Boltzmann. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi energi kinetik, distribusi, dan eksponensial. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

14.10.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi

Dalam pembelajaran kimia SMA, pengaruh suhu dipahami sebagai suhu mengubah distribusi energi dan konstanta laju, bukan sekadar jumlah tumbukan. Gambar dan analogi dapat membantu sekaligus menyesatkan bila fitur pemetaan dan batasnya tidak dijelaskan. Peserta didik perlu diminta menyebut bagian analogi yang sesuai dan yang tidak sesuai. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa kenaikan suhu hanya menambah frekuensi tumbukan dan semua partikel memiliki energi sama. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa

yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi tablet effervescent pada suhu berbeda dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi Arrhenius dan Maxwell-Boltzmann. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi energi kinetik, distribusi, dan eksponensial. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pengaruh suhu perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

14.10.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi energi kinetik, distribusi, dan eksponensial. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pengaruh suhu perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dari sudut pandang pedagogical content knowledge, pengaruh suhu dipahami sebagai suhu mengubah distribusi energi dan konstanta laju, bukan sekadar jumlah tumbukan. Urutan buku teks, penyederhanaan guru, dan latihan algoritmik dapat memperkuat miskonsepsi secara tidak sengaja. Audit representasi dan bahasa pengajaran diperlukan sebelum menyalahkan peserta didik. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa kenaikan suhu hanya menambah frekuensi tumbukan dan semua partikel memiliki energi sama. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi tablet effervescent pada suhu berbeda dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi Arrhenius dan Maxwell-Boltzmann. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

14.10.13 *Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka*

Remediasi untuk pengaruh suhu perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat makroskopik, pengaruh suhu dipahami sebagai suhu mengubah distribusi energi dan konstanta laju, bukan sekadar jumlah tumbukan. Pertanyaan terbuka harus memancing prediksi, alasan, bukti, dan penjelasan mekanistik. Respons tertulis sebaiknya ditindaklanjuti dengan pertanyaan klarifikasi singkat. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa kenaikan suhu hanya menambah frekuensi tumbukan dan semua partikel memiliki energi sama. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi tablet effervescent pada suhu berbeda dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi Arrhenius dan Maxwell-Boltzmann. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi energi kinetik, distribusi, dan eksponensial. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan

beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

14.10.14 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa kenaikan suhu hanya menambah frekuensi tumbukan dan semua partikel memiliki energi sama. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi tablet effervescent pada suhu berbeda dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi Arrhenius dan Maxwell-Boltzmann. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi energi kinetik, distribusi, dan eksponensial. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pengaruh suhu perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai

bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat submikroskopik, pengaruh suhu dipahami sebagai suhu mengubah distribusi energi dan konstanta laju, bukan sekadar jumlah tumbukan. Tes bertingkat memisahkan pilihan jawaban, alasan, dan keyakinan sehingga tebakan dapat dibedakan dari pemahaman. Distraktor harus berasal dari pola konsepsi yang benar-benar ditemukan dalam wawancara atau literatur. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

14.10.15 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pengaruh suhu perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam representasi simbolik, pengaruh suhu dipahami sebagai suhu mengubah distribusi energi dan konstanta laju, bukan sekadar jumlah tumbukan. Tugas menggambar dan Predict-Observe-Explain mengungkap hubungan antara model mental dan fenomena. Perbedaan prediksi dan observasi tidak otomatis mengubah konsep tanpa fase penjelasan dan rekonsiliasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa kenaikan suhu hanya menambah frekuensi tumbukan dan semua partikel memiliki energi sama. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa

yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi tablet effervescent pada suhu berbeda dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi Arrhenius dan Maxwell-Boltzmann. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi energi kinetik, distribusi, dan eksponensial. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

14.10.16 Analisis Respons dan Peta Bukti

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara diagnostik, pengaruh suhu dipahami sebagai suhu mengubah distribusi energi dan konstanta laju, bukan sekadar jumlah tumbukan. Analisis respons perlu menggunakan peta bukti, bukan keputusan berdasarkan satu butir. Konsistensi lintas konteks, representasi, dan waktu menentukan kuat-lemahnya klaim diagnostik. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa kenaikan suhu hanya menambah frekuensi tumbukan dan semua partikel memiliki energi sama. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi tablet effervescent pada suhu berbeda dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi Arrhenius dan Maxwell-Boltzmann. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi energi kinetik, distribusi, dan eksponensial. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pengaruh suhu perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

14.10.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah

Konteks seperti reaksi tablet effervescent pada suhu berbeda dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi Arrhenius dan Maxwell-Boltzmann. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi energi kinetik, distribusi, dan eksponensial. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pengaruh suhu perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara epistemologis, pengaruh suhu dipahami sebagai suhu mengubah distribusi energi dan konstanta laju, bukan sekadar jumlah tumbukan. Konflik kognitif efektif bila anomali dipahami, relevan, dan diikuti model alternatif yang lebih produktif. Kejutan tanpa dukungan dapat membuat peserta didik mengabaikan data atau menghafal pengecualian. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa kenaikan suhu hanya menambah frekuensi tumbukan dan semua partikel memiliki energi sama. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

14.10.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pengaruh suhu perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam konteks laboratorium, pengaruh suhu dipahami sebagai suhu mengubah distribusi energi dan konstanta laju, bukan sekadar jumlah tumbukan. Representasi majemuk harus dikoordinasikan, bukan sekadar ditampilkan berdampingan. Prompt penghubung perlu

menanyakan apa yang tetap, berubah, dan diwakili pada setiap bentuk. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa kenaikan suhu hanya menambah frekuensi tumbukan dan semua partikel memiliki energi sama. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi tablet effervescent pada suhu berbeda dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi Arrhenius dan Maxwell-Boltzmann. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi energi kinetik, distribusi, dan eksponensial. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

14.10.19 Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif

Ketika peserta didik memecahkan soal, pengaruh suhu dipahami sebagai suhu mengubah distribusi energi dan konstanta laju, bukan sekadar jumlah tumbukan. Praktikum, simulasi, dan argumentasi memberi ruang untuk menguji klaim dengan data. Kegiatan harus dirancang agar variabel, prediksi, ketidakpastian, dan batas model dibahas secara eksplisit. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa kenaikan suhu hanya menambah frekuensi tumbukan dan semua partikel memiliki energi sama. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi tablet effervescent pada suhu berbeda dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi Arrhenius dan Maxwell-Boltzmann. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi energi kinetik, distribusi, dan eksponensial. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pengaruh suhu perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

14.10.20 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi energi kinetik, distribusi, dan eksponensial. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini

konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pengaruh suhu perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Untuk mencegah hafalan tanpa makna, pengaruh suhu dipahami sebagai suhu mengubah distribusi energi dan konstanta laju, bukan sekadar jumlah tumbukan. Perubahan konseptual dinilai melalui transfer ke masalah baru dan retensi setelah jeda waktu. Tindak lanjut harus membedakan penguasaan prosedur dari kemampuan menjelaskan dan mengevaluasi bukti. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa kenaikan suhu hanya menambah frekuensi tumbukan dan semua partikel memiliki energi sama. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi tablet effervescent pada suhu berbeda dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi Arrhenius dan Maxwell-Boltzmann. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Ringkasan Diagnostik 14.10

- Konsep sasaran: suhu mengubah distribusi energi dan konstanta laju, bukan sekadar jumlah tumbukan.
- Miskonsepsi prioritas: kenaikan suhu hanya menambah frekuensi tumbukan dan semua partikel memiliki energi sama.

- Representasi minimum: fenomena reaksi tablet effervescent pada suhu berbeda, model partikel, dan simbol Arrhenius dan Maxwell-Boltzmann.
- Bukti minimum: satu pertanyaan terbuka, satu butir bertingkat, satu tugas representasi, dan satu konteks transfer.
- Keputusan pedagogis: remediasi didasarkan pada pola alasan dan keyakinan, bukan pada skor tunggal.

14.11 Pengaruh Katalis

Subbab ini memusatkan perhatian pada pengaruh katalis sebagai bagian dari jejaring konsep bab. Tujuannya adalah membangun definisi yang presisi, mengidentifikasi batas penerapan, mengungkap pola miskonsepsi, dan menyediakan perangkat diagnosis serta remediasi yang dapat diterapkan di kelas XI.

14.11.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi mekanisme reaksi dan energi aktivasi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pengaruh katalis perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dari sudut pandang pedagogical content knowledge, pengaruh katalis dipahami sebagai katalis menyediakan mekanisme alternatif dengan hambatan aktivasi lebih rendah dan diregenerasi secara keseluruhan. Penjelasan harus dimulai dari definisi yang dapat dioperasionalkan dalam pengamatan, perhitungan, dan komunikasi ilmiah. Batas konsep perlu dinyatakan agar istilah yang berdekatan tidak saling dipertukarkan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa katalis dianggap menambah energi, memperbesar hasil, atau selalu tidak berubah pada setiap tahap. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti dekomposisi H_2O_2 dan katalisis enzim dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $E_{a,\text{kat}} < E_{a,\text{tanpa}}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

14.11.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat

Remediasi untuk pengaruh katalis perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat makroskopik, pengaruh katalis dipahami sebagai katalis menyediakan mekanisme alternatif dengan hambatan aktivasi lebih rendah dan diregenerasi secara keseluruhan. Konsep ini berada dalam jejaring pengetahuan, bukan unit hafalan yang berdiri sendiri. Prasyarat yang rapuh akan membuat peserta didik menggunakan aturan permukaan sebagai pengganti penalaran. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa katalis dianggap menambah energi, memperbesar hasil, atau selalu tidak berubah pada setiap tahap. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti dekomposisi H_2O_2 dan katalisis enzim dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $E_{a\_kat} < E_{a\_tanpa}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi mekanisme reaksi dan energi aktivasi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

14.11.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa katalis dianggap menambah energi, memperbesar hasil, atau selalu tidak berubah pada setiap tahap. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti dekomposisi H_2O_2 dan katalisis enzim dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $E_{a\_kat} < E_{a\_tanpa}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi mekanisme reaksi dan energi aktivasi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pengaruh katalis perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat submikroskopik, pengaruh katalis dipahami sebagai katalis menyediakan mekanisme alternatif dengan hambatan aktivasi lebih rendah dan diregenerasi secara keseluruhan. Fenomena makroskopik berfungsi sebagai sumber bukti, tetapi tidak dengan sendirinya menjelaskan mekanisme. Pengamatan harus dipisahkan dari inferensi agar peserta didik tidak menganggap kesan inderawi sebagai definisi ilmiah. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

14.11.4 Model Submikroskopik

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pengaruh katalis perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam representasi simbolik, pengaruh katalis dipahami sebagai katalis menyediakan mekanisme alternatif dengan hambatan aktivasi lebih rendah dan diregenerasi secara keseluruhan. Model submikroskopik menjelaskan perilaku partikel, interaksi, distribusi, dan perubahan yang tidak tampak langsung. Model harus disebut sebagai representasi dengan asumsi dan keterbatasan, bukan foto literal realitas. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa katalis dianggap menambah energi, memperbesar hasil, atau selalu tidak berubah pada setiap tahap. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti dekomposisi H_2O_2 dan katalisis enzim dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $E_a_{\text{kat}} < E_a_{\text{tanpa}}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi mekanisme reaksi dan energi aktivasi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

14.11.5 Bahasa Simbolik dan Matematis

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara diagnostik, pengaruh katalis dipahami sebagai katalis menyediakan mekanisme alternatif dengan hambatan aktivasi lebih rendah dan diregenerasi secara keseluruhan. Simbol dan

persamaan memadatkan hubungan kuantitatif, tetapi setiap tanda harus dihubungkan dengan makna fisisnya. Manipulasi aljabar tanpa interpretasi satuan, tanda, dan kondisi mudah menghasilkan jawaban benar secara kebetulan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa katalis dianggap menambah energi, memperbesar hasil, atau selalu tidak berubah pada setiap tahap. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti dekomposisi H_2O_2 dan katalisis enzim dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $E_a_{\text{kat}} < E_a_{\text{tanpa}}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi mekanisme reaksi dan energi aktivasi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pengaruh katalis perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

14.11.6 Koordinasi Antarrepresentasi

Konteks seperti dekomposisi H_2O_2 dan katalisis enzim dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $E_a_{\text{kat}} < E_a_{\text{tanpa}}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi mekanisme reaksi dan energi aktivasi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pengaruh katalis perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara epistemologis, pengaruh katalis dipahami sebagai katalis menyediakan mekanisme alternatif dengan hambatan aktivasi lebih rendah dan diregenerasi secara keseluruhan. Pemahaman matang tampak ketika peserta didik dapat berpindah konsisten antara fenomena, partikel, simbol, grafik, dan bahasa verbal. Ketidakselarasan antarrepresentasi merupakan indikator penting adanya pengetahuan yang terfragmentasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa katalis dianggap menambah energi, memperbesar hasil, atau selalu tidak berubah pada setiap tahap. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

14.11.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pengaruh katalis perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam konteks laboratorium, pengaruh katalis dipahami sebagai katalis menyediakan mekanisme alternatif dengan hambatan aktivasi lebih rendah dan diregenerasi secara keseluruhan. Contoh positif perlu dipasangkan dengan noncontoh dan kasus batas supaya kategori tidak dibangun dari satu ciri dangkal. Kasus batas menuntut peserta didik menjelaskan alasan, kondisi, dan tingkat idealisasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa katalis dianggap menambah energi, memperbesar hasil, atau selalu tidak berubah pada setiap tahap. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti dekomposisi H_2O_2 dan katalisis enzim dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $E_a_{\text{kat}} < E_a_{\text{tanpa}}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi mekanisme reaksi dan energi aktivasi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

14.11.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul

Ketika peserta didik memecahkan soal, pengaruh katalis dipahami sebagai katalis menyediakan mekanisme alternatif dengan hambatan aktivasi lebih rendah dan diregenerasi secara keseluruhan. Miskonsepsi inti biasanya masuk akal dari sudut pengalaman awal sehingga tidak efektif hanya diberi label salah. Guru perlu menemukan aturan intuitif yang digunakan dan menunjukkan di mana aturan itu gagal. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa katalis dianggap menambah energi, memperbesar hasil, atau selalu tidak berubah pada setiap tahap. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti dekomposisi H_2O_2 dan katalisis enzim dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $E_{a,\text{kat}} < E_{a,\text{tanpa}}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi mekanisme reaksi dan energi aktivasi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pengaruh katalis perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

14.11.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi mekanisme reaksi dan energi aktivasi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pengaruh katalis perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai

bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Untuk mencegah hafalan tanpa makna, pengaruh katalis dipahami sebagai katalis menyediakan mekanisme alternatif dengan hambatan aktivasi lebih rendah dan diregenerasi secara keseluruhan. Satu jawaban salah dapat muncul dari beberapa pola penalaran alternatif yang berbeda. Variasi respons perlu dipetakan berdasarkan alasan, representasi, dan tingkat keyakinan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa katalis dianggap menambah energi, memperbesar hasil, atau selalu tidak berubah pada setiap tahap. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti dekomposisi H_2O_2 dan katalisis enzim dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $E_{a,\text{kat}} < E_{a,\text{tanpa}}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

14.11.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari

Remediasi untuk pengaruh katalis perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam pembelajaran kimia SMA, pengaruh katalis dipahami sebagai katalis menyediakan mekanisme alternatif dengan hambatan aktivasi lebih rendah dan diregenerasi secara keseluruhan. Bahasa sehari-hari sering menggunakan kata yang sama dengan makna berbeda dari terminologi ilmiah. Peralihan register bahasa harus diajarkan eksplisit agar istilah familiar tidak membawa asumsi yang keliru. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa katalis dianggap menambah energi, memperbesar hasil, atau selalu tidak berubah pada setiap tahap. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa

yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti dekomposisi H_2O_2 dan katalisis enzim dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $E_{a\_kat} < E_{a\_tanpa}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi mekanisme reaksi dan energi aktivasi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

14.11.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa katalis dianggap menambah energi, memperbesar hasil, atau selalu tidak berubah pada setiap tahap. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti dekomposisi H_2O_2 dan katalisis enzim dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $E_{a\_kat} < E_{a\_tanpa}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi mekanisme reaksi dan energi aktivasi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya

dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pengaruh katalis perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dari sudut pandang pedagogical content knowledge, pengaruh katalis dipahami sebagai katalis menyediakan mekanisme alternatif dengan hambatan aktivasi lebih rendah dan diregenerasi secara keseluruhan. Gambar dan analogi dapat membantu sekaligus menyesatkan bila fitur pemetaan dan batasnya tidak dijelaskan. Peserta didik perlu diminta menyebut bagian analogi yang sesuai dan yang tidak sesuai. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

14.11.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya,

jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pengaruh katalis perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat makroskopik, pengaruh katalis dipahami sebagai katalis menyediakan mekanisme alternatif dengan hambatan aktivasi lebih rendah dan diregenerasi secara keseluruhan. Urutan buku teks, penyederhanaan guru, dan latihan algoritmik dapat memperkuat miskonsepsi secara tidak sengaja. Audit representasi dan bahasa pengajaran diperlukan sebelum menyalahkan peserta didik. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa katalis dianggap menambah energi, memperbesar hasil, atau selalu tidak berubah pada setiap tahap. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti dekomposisi H_2O_2 dan katalisis enzim dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $E_a_{\text{kat}} < E_a_{\text{tanpa}}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi mekanisme reaksi dan energi aktivasi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

14.11.13 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat submikroskopik, pengaruh katalis dipahami sebagai katalis menyediakan mekanisme alternatif dengan hambatan aktivasi lebih rendah dan diregenerasi secara keseluruhan. Pertanyaan terbuka harus memancing prediksi, alasan, bukti, dan penjelasan mekanistik. Respons tertulis sebaiknya ditindaklanjuti dengan pertanyaan klarifikasi singkat. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa katalis dianggap menambah energi, memperbesar hasil, atau selalu tidak berubah pada setiap tahap. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti dekomposisi H_2O_2 dan katalisis enzim dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $E_a_{\text{kat}} < E_a_{\text{tanpa}}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi mekanisme reaksi dan energi aktivasi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pengaruh katalis perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

14.11.14 *Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan*

Konteks seperti dekomposisi H_2O_2 dan katalisis enzim dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $E_{\text{a, kat}} < E_{\text{a, tanpa}}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi mekanisme reaksi dan energi aktivasi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pengaruh katalis perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam representasi simbolik, pengaruh katalis dipahami sebagai katalis menyediakan mekanisme alternatif dengan hambatan aktivasi lebih rendah dan diregenerasi secara keseluruhan. Tes bertingkat memisahkan pilihan jawaban, alasan, dan keyakinan sehingga tebakan dapat dibedakan dari pemahaman. Distraktor harus berasal dari pola konsepsi yang benar-benar ditemukan dalam wawancara atau literatur. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa katalis dianggap menambah energi, memperbesar hasil, atau selalu tidak berubah pada setiap tahap. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

14.11.15 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pengaruh katalis perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara diagnostik, pengaruh katalis dipahami sebagai katalis menyediakan mekanisme alternatif dengan hambatan aktivasi lebih rendah dan diregenerasi secara keseluruhan. Tugas menggambar dan Predict-Observe-Explain mengungkap hubungan antara model mental dan fenomena. Perbedaan prediksi dan observasi tidak otomatis mengubah konsep tanpa fase penjelasan dan rekonsiliasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa katalis dianggap menambah energi, memperbesar hasil, atau selalu tidak berubah pada setiap tahap. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti dekomposisi H_2O_2 dan katalisis enzim dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $E_a_{\text{kat}} < E_a_{\text{tanpa}}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi mekanisme reaksi dan energi aktivasi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

14.11.16 Analisis Respons dan Peta Bukti

Secara epistemologis, pengaruh katalis dipahami sebagai katalis menyediakan mekanisme alternatif dengan hambatan aktivasi lebih rendah dan diregenerasi secara keseluruhan. Analisis respons perlu menggunakan peta bukti, bukan keputusan berdasarkan satu butir. Konsistensi lintas konteks, representasi, dan waktu menentukan kuat-lemahnya klaim diagnostik. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa katalis dianggap menambah energi, memperbesar hasil, atau selalu tidak berubah pada setiap tahap. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti dekomposisi H_2O_2 dan katalisis enzim dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $E_a_{\text{kat}} < E_a_{\text{tanpa}}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi mekanisme reaksi dan energi aktivasi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pengaruh katalis perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

14.11.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi mekanisme reaksi dan energi aktivasi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pengaruh katalis perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai

bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam konteks laboratorium, pengaruh katalis dipahami sebagai katalis menyediakan mekanisme alternatif dengan hambatan aktivasi lebih rendah dan diregenerasi secara keseluruhan. Konflik kognitif efektif bila anomali dipahami, relevan, dan diikuti model alternatif yang lebih produktif. Kejutan tanpa dukungan dapat membuat peserta didik mengabaikan data atau menghafal pengecualian. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa katalis dianggap menambah energi, memperbesar hasil, atau selalu tidak berubah pada setiap tahap. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti dekomposisi H_2O_2 dan katalisis enzim dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $E_{a,\text{kat}} < E_{a,\text{tanpa}}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

14.11.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk

Remediasi untuk pengaruh katalis perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Ketika peserta didik memecahkan soal, pengaruh katalis dipahami sebagai katalis menyediakan mekanisme alternatif dengan hambatan aktivasi lebih rendah dan diregenerasi secara keseluruhan. Representasi majemuk harus dikoordinasikan, bukan sekadar ditampilkan berdampingan. Prompt penghubung perlu menanyakan apa yang tetap, berubah, dan diwakili pada setiap bentuk. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa katalis dianggap menambah energi, memperbesar hasil, atau selalu tidak berubah pada setiap tahap. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa

yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti dekomposisi H_2O_2 dan katalisis enzim dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $E_{a,\text{kat}} < E_{a,\text{tanpa}}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi mekanisme reaksi dan energi aktivasi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

14.11.19 Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa katalis dianggap menambah energi, memperbesar hasil, atau selalu tidak berubah pada setiap tahap. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti dekomposisi H_2O_2 dan katalisis enzim dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $E_{a,\text{kat}} < E_{a,\text{tanpa}}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi mekanisme reaksi dan energi aktivasi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya

dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pengaruh katalis perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Untuk mencegah hafalan tanpa makna, pengaruh katalis dipahami sebagai katalis menyediakan mekanisme alternatif dengan hambatan aktivasi lebih rendah dan diregenerasi secara keseluruhan. Praktikum, simulasi, dan argumentasi memberi ruang untuk menguji klaim dengan data. Kegiatan harus dirancang agar variabel, prediksi, ketidakpastian, dan batas model dibahas secara eksplisit. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

14.11.20 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya,

jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pengaruh katalis perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam pembelajaran kimia SMA, pengaruh katalis dipahami sebagai katalis menyediakan mekanisme alternatif dengan hambatan aktivasi lebih rendah dan diregenerasi secara keseluruhan. Perubahan konseptual dinilai melalui transfer ke masalah baru dan retensi setelah jeda waktu. Tindak lanjut harus membedakan penguasaan prosedur dari kemampuan menjelaskan dan mengevaluasi bukti. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa katalis dianggap menambah energi, memperbesar hasil, atau selalu tidak berubah pada setiap tahap. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti dekomposisi H_2O_2 dan katalisis enzim dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $E_{a\_kat} < E_{a\_tanpa}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi mekanisme reaksi dan energi aktivasi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Ringkasan Diagnostik 14.11

- Konsep sasaran: katalis menyediakan mekanisme alternatif dengan hambatan aktivasi lebih rendah dan diregenerasi secara keseluruhan.
- Miskonsepsi prioritas: katalis dianggap menambah energi, memperbesar hasil, atau selalu tidak berubah pada setiap tahap.

- Representasi minimum: fenomena dekomposisi H_2O_2 dan katalisis enzim, model partikel, dan simbol $E_{a\_kat} < E_{a\_tanpa}$.
- Bukti minimum: satu pertanyaan terbuka, satu butir bertingkat, satu tugas representasi, dan satu konteks transfer.
- Keputusan pedagogis: remediasi didasarkan pada pola alasan dan keyakinan, bukan pada skor tunggal.

14.12 Katalis dan Perubahan Entalpi

Subbab ini memusatkan perhatian pada katalis dan perubahan entalpi sebagai bagian dari jejaring konsep bab. Tujuannya adalah membangun definisi yang presisi, mengidentifikasi batas penerapan, mengungkap pola miskonsepsi, dan menyediakan perangkat diagnosis serta remediasi yang dapat diterapkan di kelas XI.

14.12.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk katalis dan perubahan entalpi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat makroskopik, katalis dan perubahan entalpi dipahami sebagai katalis mengubah lintasan kinetik tetapi tidak mengubah keadaan awal-akhir sehingga ΔH tetap. Penjelasan harus dimulai dari definisi yang dapat dioperasionalkan dalam pengamatan, perhitungan, dan komunikasi ilmiah. Batas konsep perlu dinyatakan agar istilah yang berdekatan tidak saling dipertukarkan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa katalis dianggap membuat reaksi lebih eksoterm. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti profil energi berkatalis dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\Delta H_{\text{kat}} = \Delta H_{\text{tanpa}}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi fungsi keadaan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

14.12.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat submikroskopik, katalis dan perubahan entalpi dipahami sebagai katalis mengubah lintasan kinetik tetapi tidak mengubah keadaan awal-akhir sehingga ΔH tetap. Konsep ini berada dalam jejaring pengetahuan, bukan unit hafalan yang berdiri sendiri. Prasyarat yang rapuh akan membuat peserta didik menggunakan aturan permukaan sebagai pengganti penalaran. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa katalis dianggap membuat reaksi lebih eksoterm. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti profil energi berkatalis dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\Delta H_{\text{kat}} = \Delta H_{\text{tanpa}}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi fungsi keadaan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan

pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk katalis dan perubahan entalpi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

14.12.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan

Konteks seperti profil energi berkatalis dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\Delta H_{\text{kat}} = \Delta H_{\text{tanpa}}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi fungsi keadaan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya,

jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk katalis dan perubahan entalpi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam representasi simbolik, katalis dan perubahan entalpi dipahami sebagai katalis mengubah lintasan kinetik tetapi tidak mengubah keadaan awal-akhir sehingga ΔH tetap. Fenomena makroskopik berfungsi sebagai sumber bukti, tetapi tidak dengan sendirinya menjelaskan mekanisme. Pengamatan harus dipisahkan dari inferensi agar peserta didik tidak menganggap kesan inderawi sebagai definisi ilmiah. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa katalis dianggap membuat reaksi lebih eksoterm. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

14.12.4 Model Submikroskopik

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk katalis dan perubahan entalpi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara diagnostik, katalis dan perubahan entalpi dipahami sebagai katalis mengubah lintasan kinetik tetapi tidak mengubah keadaan awal-akhir sehingga ΔH tetap. Model submikroskopik

menjelaskan perilaku partikel, interaksi, distribusi, dan perubahan yang tidak tampak langsung. Model harus disebut sebagai representasi dengan asumsi dan keterbatasan, bukan foto literal realitas. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa katalis dianggap membuat reaksi lebih eksoterm. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti profil energi berkatalis dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\Delta H_{\text{kat}} = \Delta H_{\text{tanpa}}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi fungsi keadaan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

14.12.5 Bahasa Simbolik dan Matematis

Secara epistemologis, katalis dan perubahan entalpi dipahami sebagai katalis mengubah lintasan kinetik tetapi tidak mengubah keadaan awal-akhir sehingga ΔH tetap. Simbol dan persamaan memadatkan hubungan kuantitatif, tetapi setiap tanda harus dihubungkan dengan makna fisisnya. Manipulasi aljabar tanpa interpretasi satuan, tanda, dan kondisi mudah menghasilkan jawaban benar secara kebetulan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa katalis dianggap membuat reaksi lebih eksoterm. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti profil energi berkatalis dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\Delta H_{\text{kat}} = \Delta H_{\text{tanpa}}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi fungsi keadaan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk katalis dan perubahan entalpi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

14.12.6 Koordinasi Antarrepresentasi

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi fungsi keadaan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini

konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk katalis dan perubahan entalpi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam konteks laboratorium, katalis dan perubahan entalpi dipahami sebagai katalis mengubah lintasan kinetik tetapi tidak mengubah keadaan awal-akhir sehingga ΔH tetap. Pemahaman matang tampak ketika peserta didik dapat berpindah konsisten antara fenomena, partikel, simbol, grafik, dan bahasa verbal. Ketidakselarasan antarrepresentasi merupakan indikator penting adanya pengetahuan yang terfragmentasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa katalis dianggap membuat reaksi lebih eksoterm. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti profil energi berkatalis dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\Delta H_{\text{kat}} = \Delta H_{\text{tanpa}}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

14.12.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas

Remediasi untuk katalis dan perubahan entalpi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus

menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Ketika peserta didik memecahkan soal, katalis dan perubahan entalpi dipahami sebagai katalis mengubah lintasan kinetik tetapi tidak mengubah keadaan awal-akhir sehingga ΔH tetap. Contoh positif perlu dipasangkan dengan noncontoh dan kasus batas supaya kategori tidak dibangun dari satu ciri dangkal. Kasus batas menuntut peserta didik menjelaskan alasan, kondisi, dan tingkat idealisasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa katalis dianggap membuat reaksi lebih eksoterm. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti profil energi berkatalis dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\Delta H_{\text{kat}} = \Delta H_{\text{tanpa}}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi fungsi keadaan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

14.12.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa katalis dianggap membuat reaksi lebih eksoterm. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti profil energi berkatalis dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\Delta H_{\text{kat}} = \Delta H_{\text{tanpa}}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi fungsi keadaan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk katalis dan perubahan entalpi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Untuk mencegah hafalan tanpa makna, katalis dan perubahan entalpi dipahami sebagai katalis mengubah lintasan kinetik tetapi tidak mengubah keadaan awal-akhir sehingga ΔH tetap. Miskonsepsi inti biasanya masuk akal dari sudut pengalaman awal sehingga tidak efektif hanya

diberi label salah. Guru perlu menemukan aturan intuitif yang digunakan dan menunjukkan di mana aturan itu gagal. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

14.12.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk katalis dan perubahan entalpi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam pembelajaran kimia SMA, katalis dan perubahan entalpi dipahami sebagai katalis mengubah lintasan kinetik tetapi tidak mengubah keadaan awal-akhir sehingga ΔH tetap. Satu jawaban salah dapat muncul dari beberapa pola penalaran alternatif yang berbeda. Variasi respons perlu dipetakan berdasarkan alasan, representasi, dan tingkat keyakinan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa katalis dianggap membuat reaksi lebih eksoterm. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti profil energi berkatalis dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\Delta H_{\text{kat}} = \Delta H_{\text{tanpa}}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu

menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi fungsi keadaan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

14.12.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dari sudut pandang pedagogical content knowledge, katalis dan perubahan entalpi dipahami sebagai katalis mengubah lintasan kinetik tetapi tidak mengubah keadaan awal-akhir sehingga ΔH tetap. Bahasa sehari-hari sering menggunakan kata yang sama dengan makna berbeda dari terminologi ilmiah. Peralihan register bahasa harus diajarkan eksplisit agar istilah familiar tidak membawa asumsi yang keliru. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa katalis dianggap membuat reaksi lebih eksoterm. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti profil energi berkatalis dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\Delta H_{\text{kat}} = \Delta H_{\text{tanpa}}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi fungsi keadaan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk katalis dan perubahan entalpi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

14.12.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi

Konteks seperti profil energi berkatalis dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\Delta H_{\text{kat}} = \Delta H_{\text{tanpa}}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi fungsi keadaan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk katalis dan perubahan entalpi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai

bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat makroskopik, katalis dan perubahan entalpi dipahami sebagai katalis mengubah lintasan kinetik tetapi tidak mengubah keadaan awal-akhir sehingga ΔH tetap. Gambar dan analogi dapat membantu sekaligus menyesatkan bila fitur pemetaan dan batasnya tidak dijelaskan. Peserta didik perlu diminta menyebutkan bagian analogi yang sesuai dan yang tidak sesuai. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa katalis dianggap membuat reaksi lebih eksoterm. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

14.12.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk katalis dan perubahan entalpi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat submikroskopik, katalis dan perubahan entalpi dipahami sebagai katalis mengubah lintasan kinetik tetapi tidak mengubah keadaan awal-akhir sehingga ΔH tetap. Urutan buku teks, penyederhanaan guru, dan latihan algoritmik dapat memperkuat miskonsepsi secara tidak sengaja. Audit representasi dan bahasa pengajaran diperlukan sebelum menyalahkan peserta didik. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa katalis dianggap membuat reaksi lebih eksoterm. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti profil energi berkatalis dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\Delta H_{\text{kat}} = \Delta H_{\text{tanpa}}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi fungsi keadaan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

14.12.13 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka

Dalam representasi simbolik, katalis dan perubahan entalpi dipahami sebagai katalis mengubah lintasan kinetik tetapi tidak mengubah keadaan awal-akhir sehingga ΔH tetap. Pertanyaan terbuka harus memancing prediksi, alasan, bukti, dan penjelasan mekanistik. Respons tertulis sebaiknya ditindaklanjuti dengan pertanyaan klarifikasi singkat. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa katalis dianggap membuat reaksi lebih eksoterm. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti profil energi berkatalis dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\Delta H_{\text{kat}} = \Delta H_{\text{tanpa}}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi fungsi keadaan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk katalis dan perubahan entalpi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

14.12.14 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi fungsi keadaan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk katalis dan perubahan entalpi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan

membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara diagnostik, katalis dan perubahan entalpi dipahami sebagai katalis mengubah lintasan kinetik tetapi tidak mengubah keadaan awal-akhir sehingga ΔH tetap. Tes bertingkat memisahkan pilihan jawaban, alasan, dan keyakinan sehingga tebakan dapat dibedakan dari pemahaman. Distraktor harus berasal dari pola konsepsi yang benar-benar ditemukan dalam wawancara atau literatur. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa katalis dianggap membuat reaksi lebih eksoterm. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti profil energi berkatalis dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\Delta H_{\text{kat}} = \Delta H_{\text{tanpa}}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

14.12.15 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain

Remediasi untuk katalis dan perubahan entalpi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara epistemologis, katalis dan perubahan entalpi dipahami sebagai katalis mengubah lintasan kinetik tetapi tidak mengubah keadaan awal-akhir sehingga ΔH tetap. Tugas menggambar dan Predict-Observe-Explain mengungkap hubungan antara model mental dan fenomena. Perbedaan prediksi dan observasi tidak otomatis mengubah konsep tanpa fase penjelasan dan rekonsiliasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa katalis dianggap membuat reaksi lebih eksoterm. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti profil energi berkatalis dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\Delta H_{\text{kat}} = \Delta H_{\text{tanpa}}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi fungsi keadaan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

14.12.16 Analisis Respons dan Peta Bukti

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa katalis dianggap membuat reaksi lebih eksoterm. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti profil energi berkatalis dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\Delta H_{\text{kat}} = \Delta H_{\text{tanpa}}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi fungsi keadaan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk

memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk katalis dan perubahan entalpi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam konteks laboratorium, katalis dan perubahan entalpi dipahami sebagai katalis mengubah lintasan kinetik tetapi tidak mengubah keadaan awal-akhir sehingga ΔH tetap. Analisis respons perlu menggunakan peta bukti, bukan keputusan berdasarkan satu butir. Konsistensi lintas konteks, representasi, dan waktu menentukan kuat-lemahnya klaim diagnostik. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

14.12.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya,

jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk katalis dan perubahan entalpi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Ketika peserta didik memecahkan soal, katalis dan perubahan entalpi dipahami sebagai katalis mengubah lintasan kinetik tetapi tidak mengubah keadaan awal-akhir sehingga ΔH tetap. Konflik kognitif efektif bila anomali dipahami, relevan, dan diikuti model alternatif yang lebih produktif. Kejutan tanpa dukungan dapat membuat peserta didik mengabaikan data atau menghafal pengecualian. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa katalis dianggap membuat reaksi lebih eksoterm. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti profil energi berkatalis dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\Delta H_{\text{kat}} = \Delta H_{\text{tanpa}}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi fungsi keadaan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

14.12.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Untuk mencegah hafalan tanpa makna, katalis dan perubahan entalpi dipahami sebagai katalis mengubah lintasan kinetik tetapi tidak mengubah keadaan awal-akhir sehingga ΔH tetap.

Representasi majemuk harus dikoordinasikan, bukan sekadar ditampilkan berdampingan. Prompt penghubung perlu menanyakan apa yang tetap, berubah, dan diwakili pada setiap bentuk. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa katalis dianggap membuat reaksi lebih eksoterm. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti profil energi berkatalis dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\Delta H_{\text{kat}} = \Delta H_{\text{tanpa}}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi fungsi keadaan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk katalis dan perubahan entalpi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

14.12.19 Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif

Konteks seperti profil energi berkatalis dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\Delta H_{\text{kat}} = \Delta H_{\text{tanpa}}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu

menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi fungsi keadaan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk katalis dan perubahan entalpi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam pembelajaran kimia SMA, katalis dan perubahan entalpi dipahami sebagai katalis mengubah lintasan kinetik tetapi tidak mengubah keadaan awal-akhir sehingga ΔH tetap. Praktikum, simulasi, dan argumentasi memberi ruang untuk menguji klaim dengan data. Kegiatan harus dirancang agar variabel, prediksi, ketidakpastian, dan batas model dibahas secara eksplisit. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa katalis dianggap membuat reaksi lebih eksoterm. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

14.12.20 *Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut*

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk katalis dan perubahan entalpi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dari sudut pandang pedagogical content knowledge, katalis dan perubahan entalpi dipahami sebagai katalis mengubah lintasan kinetik tetapi tidak mengubah keadaan awal-akhir sehingga ΔH tetap. Perubahan konseptual dinilai melalui transfer ke masalah baru dan retensi setelah jeda waktu. Tindak lanjut harus membedakan penguasaan prosedur dari kemampuan menjelaskan dan mengevaluasi bukti. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa katalis dianggap membuat reaksi lebih eksoterm. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti profil energi berkatalis dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\Delta H_{\text{kat}} = \Delta H_{\text{tanpa}}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi fungsi keadaan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini

konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Ringkasan Diagnostik 14.12

- Konsep sasaran: katalis mengubah lintasan kinetik tetapi tidak mengubah keadaan awal-akhir sehingga ΔH tetap.
- Miskonsepsi prioritas: katalis dianggap membuat reaksi lebih eksoterm.
- Representasi minimum: fenomena profil energi berkatalis, model partikel, dan simbol $\Delta H_{\text{kat}} = \Delta H_{\text{tanpa}}$.
- Bukti minimum: satu pertanyaan terbuka, satu butir bertingkat, satu tugas representasi, dan satu konteks transfer.
- Keputusan pedagogis: remediasi didasarkan pada pola alasan dan keyakinan, bukan pada skor tunggal.

14.13 Katalis dan Keseimbangan

Subbab ini memusatkan perhatian pada katalis dan keseimbangan sebagai bagian dari jejaring konsep bab. Tujuannya adalah membangun definisi yang presisi, mengidentifikasi batas penerapan, mengungkap pola miskonsepsi, dan menyediakan perangkat diagnosis serta remediasi yang dapat diterapkan di kelas XI.

14.13.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk katalis dan keseimbangan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat submikroskopik, katalis dan keseimbangan dipahami sebagai katalis mempercepat pendekatan ke keseimbangan dengan memengaruhi laju maju dan balik, tanpa mengubah K . Penjelasan harus dimulai dari definisi yang dapat dioperasionalkan dalam pengamatan, perhitungan, dan komunikasi ilmiah. Batas konsep perlu dinyatakan agar istilah yang berdekatan tidak saling dipertukarkan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa

definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa katalis dianggap menggeser kesetimbangan ke produk. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi reversibel berkatalis dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi K tetap pada T tetap. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi laju maju-balik dan kesetimbangan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

14.13.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat

Dalam representasi simbolik, katalis dan kesetimbangan dipahami sebagai katalis mempercepat pendekatan ke kesetimbangan dengan memengaruhi laju maju dan balik, tanpa mengubah K. Konsep ini berada dalam jejaring pengetahuan, bukan unit hafalan yang berdiri sendiri. Prasyarat yang rapuh akan membuat peserta didik menggunakan aturan permukaan sebagai pengganti penalaran. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa katalis dianggap menggeser kesetimbangan ke produk. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi reversibel berkatalis dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi K tetap pada T tetap. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu

menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi laju maju-balik dan kesetimbangan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk katalis dan kesetimbangan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

14.13.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi laju maju-balik dan kesetimbangan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk katalis dan kesetimbangan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara diagnostik, katalis dan kesetimbangan dipahami sebagai katalis mempercepat pendekatan ke kesetimbangan dengan memengaruhi laju maju dan balik, tanpa mengubah K . Fenomena makroskopik berfungsi sebagai sumber bukti, tetapi tidak dengan sendirinya menjelaskan mekanisme. Pengamatan harus dipisahkan dari inferensi agar peserta didik tidak menganggap kesan inderawi sebagai definisi ilmiah. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa katalis dianggap menggeser kesetimbangan ke produk. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi reversibel berkatalis dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi K tetap pada T tetap. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

14.13.4 Model Submikroskopik

Remediasi untuk katalis dan kesetimbangan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai

bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara epistemologis, katalis dan kesetimbangan dipahami sebagai katalis mempercepat pendekatan ke kesetimbangan dengan memengaruhi laju maju dan balik, tanpa mengubah K. Model submikroskopik menjelaskan perilaku partikel, interaksi, distribusi, dan perubahan yang tidak tampak langsung. Model harus disebut sebagai representasi dengan asumsi dan keterbatasan, bukan foto literal realitas. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa katalis dianggap menggeser kesetimbangan ke produk. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi reversibel berkatalis dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi K tetap pada T tetap. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi laju maju-balik dan kesetimbangan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

14.13.5 Bahasa Simbolik dan Matematis

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa katalis dianggap menggeser kesetimbangan ke produk. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah.

Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi reversibel berkatalis dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi K tetap pada T tetap. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi laju maju-balik dan kesetimbangan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk katalis dan kesetimbangan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam konteks laboratorium, katalis dan kesetimbangan dipahami sebagai katalis mempercepat pendekatan ke kesetimbangan dengan memengaruhi laju maju dan balik, tanpa mengubah K . Simbol dan persamaan memadatkan hubungan kuantitatif, tetapi setiap tanda harus dihubungkan dengan makna fisisnya. Manipulasi aljabar tanpa interpretasi satuan, tanda, dan kondisi mudah menghasilkan jawaban benar secara kebetulan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

14.13.6 Koordinasi Antarrepresentasi

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk katalis dan kesetimbangan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Ketika peserta didik memecahkan soal, katalis dan kesetimbangan dipahami sebagai katalis mempercepat pendekatan ke kesetimbangan dengan memengaruhi laju maju dan balik, tanpa mengubah K . Pemahaman matang tampak ketika peserta didik dapat berpindah konsisten antara fenomena, partikel, simbol, grafik, dan bahasa verbal. Ketidakselarasan antarrepresentasi merupakan indikator penting adanya pengetahuan yang terfragmentasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa katalis dianggap menggeser kesetimbangan ke produk. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi reversibel berkatalis dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi K tetap pada T tetap. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi laju maju-balik dan kesetimbangan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

14.13.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Untuk mencegah hafalan tanpa makna, katalis dan kesetimbangan dipahami sebagai katalis mempercepat pendekatan ke kesetimbangan dengan memengaruhi laju maju dan balik, tanpa mengubah K . Contoh positif perlu dipasangkan dengan noncontoh dan kasus batas supaya kategori tidak dibangun dari satu ciri dangkal. Kasus batas menuntut peserta didik menjelaskan alasan, kondisi, dan tingkat idealisasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa katalis dianggap menggeser kesetimbangan ke produk. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi reversibel berkatalis dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi K tetap pada T tetap. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi laju maju-balik dan kesetimbangan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan

beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk katalis dan kesetimbangan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

14.13.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul

Konteks seperti reaksi reversibel berkatalis dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi K tetap pada T tetap. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi laju maju-balik dan kesetimbangan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk katalis dan kesetimbangan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam pembelajaran kimia SMA, katalis dan kesetimbangan dipahami sebagai katalis mempercepat pendekatan ke kesetimbangan dengan memengaruhi laju maju dan balik, tanpa mengubah K . Miskonsepsi ini biasanya masuk akal dari sudut pengalaman awal sehingga tidak efektif hanya diberi label salah. Guru perlu menemukan aturan intuitif yang digunakan dan menunjukkan di mana aturan itu gagal. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa katalis dianggap menggeser kesetimbangan ke produk. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

14.13.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk katalis dan kesetimbangan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dari sudut pandang pedagogical content knowledge, katalis dan kesetimbangan dipahami sebagai katalis mempercepat pendekatan ke kesetimbangan dengan memengaruhi laju maju dan balik, tanpa mengubah K . Satu jawaban salah dapat muncul dari beberapa pola penalaran alternatif yang berbeda. Variasi respons perlu dipetakan berdasarkan alasan, representasi, dan tingkat keyakinan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa katalis dianggap menggeser kesetimbangan ke produk. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi reversibel berkatalis dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke

representasi K tetap pada T tetap. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi laju maju-balik dan kesetimbangan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

14.13.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari

Pada tingkat makroskopik, katalis dan kesetimbangan dipahami sebagai katalis mempercepat pendekatan ke kesetimbangan dengan memengaruhi laju maju dan balik, tanpa mengubah K. Bahasa sehari-hari sering menggunakan kata yang sama dengan makna berbeda dari terminologi ilmiah. Peralihan register bahasa harus diajarkan eksplisit agar istilah familiar tidak membawa asumsi yang keliru. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa katalis dianggap menggeser kesetimbangan ke produk. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi reversibel berkatalis dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi K tetap pada T tetap. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi laju maju-balik dan kesetimbangan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini

konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk katalis dan kesetimbangan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

14.13.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi laju maju-balik dan kesetimbangan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk katalis dan kesetimbangan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat submikroskopik, katalis dan kesetimbangan dipahami sebagai katalis mempercepat pendekatan ke kesetimbangan dengan memengaruhi laju maju dan balik, tanpa mengubah K . Gambar dan analogi dapat membantu sekaligus menyesatkan bila fitur pemetaan dan batasnya tidak dijelaskan. Peserta didik perlu diminta menyebut bagian analogi yang sesuai dan yang tidak sesuai. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa katalis dianggap menggeser kesetimbangan ke produk. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi reversibel berkatalis dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi K tetap pada T tetap. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

14.13.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran

Remediasi untuk katalis dan kesetimbangan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam representasi simbolik, katalis dan kesetimbangan dipahami sebagai katalis mempercepat pendekatan ke kesetimbangan dengan memengaruhi laju maju dan balik, tanpa mengubah K . Urutan buku teks, penyederhanaan guru, dan latihan algoritmik dapat memperkuat miskonsepsi secara tidak sengaja. Audit representasi dan bahasa pengajaran diperlukan sebelum menyalahkan peserta didik. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa katalis dianggap menggeser kesetimbangan ke produk. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah.

Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi reversibel berkatalis dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi K tetap pada T tetap. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi laju maju-balik dan kesetimbangan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

14.13.13 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa katalis dianggap menggeser kesetimbangan ke produk. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi reversibel berkatalis dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi K tetap pada T tetap. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi laju maju-balik dan kesetimbangan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk katalis dan kesetimbangan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara diagnostik, katalis dan kesetimbangan dipahami sebagai katalis mempercepat pendekatan ke kesetimbangan dengan memengaruhi laju maju dan balik, tanpa mengubah K . Pertanyaan terbuka harus memancing prediksi, alasan, bukti, dan penjelasan mekanistik. Respons tertulis sebaiknya ditindaklanjuti dengan pertanyaan klarifikasi singkat. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

14.13.14 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk katalis dan kesetimbangan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara epistemologis, katalis dan kesetimbangan dipahami sebagai katalis mempercepat pendekatan ke kesetimbangan dengan memengaruhi laju maju dan balik, tanpa mengubah K . Tes bertingkat memisahkan pilihan jawaban, alasan, dan keyakinan sehingga tebakan dapat dibedakan dari pemahaman. Distraktor harus berasal dari pola konsepsi yang benar-benar ditemukan dalam wawancara atau literatur. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa katalis dianggap menggeser kesetimbangan ke produk. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi reversibel berkatalis dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi K tetap pada T tetap. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi laju maju-balik dan kesetimbangan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

14.13.15 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam konteks laboratorium, katalis dan kesetimbangan dipahami sebagai katalis mempercepat pendekatan ke kesetimbangan dengan memengaruhi laju maju dan balik, tanpa mengubah K . Tugas menggambar dan Predict-Observe-Explain mengungkap hubungan antara model mental

dan fenomena. Perbedaan prediksi dan observasi tidak otomatis mengubah konsep tanpa fase penjelasan dan rekonsiliasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa katalis dianggap menggeser kesetimbangan ke produk. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi reversibel berkatalis dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi K tetap pada T tetap. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi laju maju-balik dan kesetimbangan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk katalis dan kesetimbangan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

14.13.16 Analisis Respons dan Peta Bukti

Konteks seperti reaksi reversibel berkatalis dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi K tetap pada T tetap. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu

menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi laju maju-balik dan kesetimbangan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk katalis dan kesetimbangan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Ketika peserta didik memecahkan soal, katalis dan kesetimbangan dipahami sebagai katalis mempercepat pendekatan ke kesetimbangan dengan memengaruhi laju maju dan balik, tanpa mengubah K . Analisis respons perlu menggunakan peta bukti, bukan keputusan berdasarkan satu butir. Konsistensi lintas konteks, representasi, dan waktu menentukan kuat-lemahnya klaim diagnostik. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa katalis dianggap menggeser kesetimbangan ke produk. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

14.13.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk katalis dan kesetimbangan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Untuk mencegah hafalan tanpa makna, katalis dan kesetimbangan dipahami sebagai katalis mempercepat pendekatan ke kesetimbangan dengan memengaruhi laju maju dan balik, tanpa mengubah K . Konflik kognitif efektif bila anomali dipahami, relevan, dan diikuti model alternatif yang lebih produktif. Kejutan tanpa dukungan dapat membuat peserta didik mengabaikan data atau menghafal pengecualian. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa katalis dianggap menggeser kesetimbangan ke produk. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi reversibel berkatalis dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi K tetap pada T tetap. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi laju maju-balik dan kesetimbangan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini

konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

14.13.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk

Dalam pembelajaran kimia SMA, katalis dan kesetimbangan dipahami sebagai katalis mempercepat pendekatan ke kesetimbangan dengan memengaruhi laju maju dan balik, tanpa mengubah K . Representasi majemuk harus dikoordinasikan, bukan sekadar ditampilkan berdampingan. Prompt penghubung perlu menanyakan apa yang tetap, berubah, dan diwakili pada setiap bentuk. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa katalis dianggap menggeser kesetimbangan ke produk. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi reversibel berkatalis dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi K tetap pada T tetap. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi laju maju-balik dan kesetimbangan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk katalis dan kesetimbangan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus

menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

14.13.19 Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi laju maju-balik dan kesetimbangan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk katalis dan kesetimbangan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dari sudut pandang pedagogical content knowledge, katalis dan kesetimbangan dipahami sebagai katalis mempercepat pendekatan ke kesetimbangan dengan memengaruhi laju maju dan balik, tanpa mengubah K . Praktikum, simulasi, dan argumentasi memberi ruang untuk menguji klaim dengan data. Kegiatan harus dirancang agar variabel, prediksi, ketidakpastian, dan batas model dibahas secara eksplisit. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa katalis dianggap menggeser kesetimbangan ke produk. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi reversibel berkatalis dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi K tetap pada T tetap. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

14.13.20 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut

Remediasi untuk katalis dan kesetimbangan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat makroskopik, katalis dan kesetimbangan dipahami sebagai katalis mempercepat pendekatan ke kesetimbangan dengan memengaruhi laju maju dan balik, tanpa mengubah K . Perubahan konseptual dinilai melalui transfer ke masalah baru dan retensi setelah jeda waktu. Tindak lanjut harus membedakan penguasaan prosedur dari kemampuan menjelaskan dan mengevaluasi bukti. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa katalis dianggap menggeser kesetimbangan ke produk. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi reversibel berkatalis dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi K tetap pada T tetap. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi laju maju-balik dan kesetimbangan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya

dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Ringkasan Diagnostik 14.13

- Konsep sasaran: katalis mempercepat pendekatan ke kesetimbangan dengan memengaruhi laju maju dan balik, tanpa mengubah K.
- Miskonsepsi prioritas: katalis dianggap menggeser kesetimbangan ke produk.
- Representasi minimum: fenomena reaksi reversibel berkatalis, model partikel, dan simbol K tetap pada T tetap.
- Bukti minimum: satu pertanyaan terbuka, satu butir bertingkat, satu tugas representasi, dan satu konteks transfer.
- Keputusan pedagogis: remediasi didasarkan pada pola alasan dan keyakinan, bukan pada skor tunggal.

14.14 Orde Reaksi

Subbab ini memusatkan perhatian pada orde reaksi sebagai bagian dari jejaring konsep bab. Tujuannya adalah membangun definisi yang presisi, mengidentifikasi batas penerapan, mengungkap pola miskonsepsi, dan menyediakan perangkat diagnosis serta remediasi yang dapat diterapkan di kelas XI.

14.14.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep

Remediasi untuk orde reaksi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam representasi simbolik, orde reaksi dipahami sebagai eksponen empiris dalam hukum laju yang ditentukan dari data dan tidak selalu sama dengan koefisien reaksi keseluruhan. Penjelasan harus dimulai dari definisi yang dapat dioperasionalkan dalam pengamatan, perhitungan, dan komunikasi ilmiah. Batas konsep perlu dinyatakan agar istilah yang berdekatan tidak saling dipertukarkan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa orde dianggap selalu koefisien stoikiometri. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti data laju awal dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi m , n , orde total. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi rasio, logaritma, dan eksperimen. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

14.14.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa orde dianggap selalu koefisien stoikiometri. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti data laju awal dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi

m, n, orde total. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi rasio, logaritma, dan eksperimen. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk orde reaksi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara diagnostik, orde reaksi dipahami sebagai eksponen empiris dalam hukum laju yang ditentukan dari data dan tidak selalu sama dengan koefisien reaksi keseluruhan. Konsep ini berada dalam jejaring pengetahuan, bukan unit hafalan yang berdiri sendiri. Prasyarat yang rapuh akan membuat peserta didik menggunakan aturan permukaan sebagai pengganti penalaran. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

14.14.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh

Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk orde reaksi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara epistemologis, orde reaksi dipahami sebagai eksponen empiris dalam hukum laju yang ditentukan dari data dan tidak selalu sama dengan koefisien reaksi keseluruhan. Fenomena makroskopik berfungsi sebagai sumber bukti, tetapi tidak dengan sendirinya menjelaskan mekanisme. Pengamatan harus dipisahkan dari inferensi agar peserta didik tidak menganggap kesan inderawi sebagai definisi ilmiah. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa orde dianggap selalu koefisien stoikiometri. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti data laju awal dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi m , n , orde total. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi rasio, logaritma, dan eksperimen. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

14.14.4 Model Submikroskopik

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai

bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam konteks laboratorium, orde reaksi dipahami sebagai eksponen empiris dalam hukum laju yang ditentukan dari data dan tidak selalu sama dengan koefisien reaksi keseluruhan. Model submikroskopik menjelaskan perilaku partikel, interaksi, distribusi, dan perubahan yang tidak tampak langsung. Model harus disebut sebagai representasi dengan asumsi dan keterbatasan, bukan foto literal realitas. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa orde dianggap selalu koefisien stoikiometri. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti data laju awal dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi m , n , orde total. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi rasio, logaritma, dan eksperimen. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk orde reaksi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

14.14.5 Bahasa Simbolik dan Matematis

Konteks seperti data laju awal dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi m , n , orde total. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi rasio, logaritma, dan eksperimen. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk orde reaksi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Ketika peserta didik memecahkan soal, orde reaksi dipahami sebagai eksponen empiris dalam hukum laju yang ditentukan dari data dan tidak selalu sama dengan koefisien reaksi keseluruhan. Simbol dan persamaan memadatkan hubungan kuantitatif, tetapi setiap tanda harus dihubungkan dengan makna fisisnya. Manipulasi aljabar tanpa interpretasi satuan, tanda, dan kondisi mudah menghasilkan jawaban benar secara kebetulan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa orde dianggap selalu koefisien stoikiometri. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal

rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

14.14.6 Koordinasi Antarrepresentasi

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk orde reaksi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Untuk mencegah hafalan tanpa makna, orde reaksi dipahami sebagai eksponen empiris dalam hukum laju yang ditentukan dari data dan tidak selalu sama dengan koefisien reaksi keseluruhan. Pemahaman matang tampak ketika peserta didik dapat berpindah konsisten antara fenomena, partikel, simbol, grafik, dan bahasa verbal. Ketidakselarasan antarrepresentasi merupakan indikator penting adanya pengetahuan yang terfragmentasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa orde dianggap selalu koefisien stoikiometri. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti data laju awal dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi m , n , orde total. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi rasio, logaritma, dan eksperimen. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

14.14.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas

Dalam pembelajaran kimia SMA, orde reaksi dipahami sebagai eksponen empiris dalam hukum laju yang ditentukan dari data dan tidak selalu sama dengan koefisien reaksi keseluruhan. Contoh positif perlu dipasangkan dengan noncontoh dan kasus batas supaya kategori tidak dibangun dari satu ciri dangkal. Kasus batas menuntut peserta didik menjelaskan alasan, kondisi, dan tingkat idealisasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa orde dianggap selalu koefisien stoikiometri. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti data laju awal dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi m , n , orde total. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi rasio, logaritma, dan eksperimen. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk orde reaksi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

14.14.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi rasio, logaritma, dan eksperimen. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk orde reaksi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dari sudut pandang pedagogical content knowledge, orde reaksi dipahami sebagai eksponen empiris dalam hukum laju yang ditentukan dari data dan tidak selalu sama dengan koefisien reaksi keseluruhan. Miskonsepsi inti biasanya masuk akal dari sudut pengalaman awal sehingga tidak efektif hanya diberi label salah. Guru perlu menemukan aturan intuitif yang digunakan dan

menunjukkan di mana aturan itu gagal. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa orde dianggap selalu koefisien stoikiometri. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti data laju awal dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi m , n , orde total. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

14.14.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif

Remediasi untuk orde reaksi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat makroskopik, orde reaksi dipahami sebagai eksponen empiris dalam hukum laju yang ditentukan dari data dan tidak selalu sama dengan koefisien reaksi keseluruhan. Satu jawaban salah dapat muncul dari beberapa pola penalaran alternatif yang berbeda. Variasi respons perlu dipetakan berdasarkan alasan, representasi, dan tingkat keyakinan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa orde dianggap selalu koefisien stoikiometri. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti data laju awal dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi m , n , orde total. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi rasio, logaritma, dan eksperimen. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya

dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

14.14.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa orde dianggap selalu koefisien stoikiometri. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti data laju awal dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi m , n , orde total. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi rasio, logaritma, dan eksperimen. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk orde reaksi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat submikroskopik, orde reaksi dipahami sebagai eksponen empiris dalam hukum laju yang ditentukan dari data dan tidak selalu sama dengan koefisien reaksi keseluruhan. Bahasa sehari-hari sering menggunakan kata yang sama dengan makna berbeda dari terminologi ilmiah. Peralihan register bahasa harus diajarkan eksplisit agar istilah familiar tidak membawa asumsi yang keliru. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

14.14.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk orde reaksi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam representasi simbolik, orde reaksi dipahami sebagai eksponen empiris dalam hukum laju yang ditentukan dari data dan tidak selalu sama dengan koefisien reaksi keseluruhan. Gambar dan analogi dapat membantu sekaligus menyesatkan bila fitur pemetaan dan batasnya tidak

dijelaskan. Peserta didik perlu diminta menyebutkan bagian analogi yang sesuai dan yang tidak sesuai. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa orde dianggap selalu koefisien stoikiometri. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti data laju awal dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi m , n , orde total. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi rasio, logaritma, dan eksperimen. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

14.14.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara diagnostik, orde reaksi dipahami sebagai eksponen empiris dalam hukum laju yang ditentukan dari data dan tidak selalu sama dengan koefisien reaksi keseluruhan. Urutan buku teks, penyederhanaan guru, dan latihan algoritmik dapat memperkuat miskonsepsi secara tidak sengaja. Audit representasi dan bahasa pengajaran diperlukan sebelum menyalahkan peserta didik. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa orde dianggap selalu koefisien stoikiometri. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti data laju awal dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi m , n , orde total. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi rasio, logaritma, dan eksperimen. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat

untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk orde reaksi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

14.14.13 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka

Konteks seperti data laju awal dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi m , n , orde total. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi rasio, logaritma, dan eksperimen. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya,

jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk orde reaksi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara epistemologis, orde reaksi dipahami sebagai eksponen empiris dalam hukum laju yang ditentukan dari data dan tidak selalu sama dengan koefisien reaksi keseluruhan. Pertanyaan terbuka harus memancing prediksi, alasan, bukti, dan penjelasan mekanistik. Respons tertulis sebaiknya ditindaklanjuti dengan pertanyaan klarifikasi singkat. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa orde dianggap selalu koefisien stoikiometri. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

14.14.14 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk orde reaksi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam konteks laboratorium, orde reaksi dipahami sebagai eksponen empiris dalam hukum laju yang ditentukan dari data dan tidak selalu sama dengan koefisien reaksi keseluruhan. Tes

bertingkat memisahkan pilihan jawaban, alasan, dan keyakinan sehingga tebakan dapat dibedakan dari pemahaman. Distraktor harus berasal dari pola konsepsi yang benar-benar ditemukan dalam wawancara atau literatur. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa orde dianggap selalu koefisien stoikiometri. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti data laju awal dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi m , n , orde total. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi rasio, logaritma, dan eksperimen. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

14.14.15 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain

Ketika peserta didik memecahkan soal, orde reaksi dipahami sebagai eksponen empiris dalam hukum laju yang ditentukan dari data dan tidak selalu sama dengan koefisien reaksi keseluruhan. Tugas menggambar dan Predict-Observe-Explain mengungkap hubungan antara model mental dan fenomena. Perbedaan prediksi dan observasi tidak otomatis mengubah konsep tanpa fase penjelasan dan rekonsiliasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa orde dianggap selalu koefisien stoikiometri. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti data laju awal dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi m , n , orde total. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi rasio, logaritma, dan eksperimen. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk orde reaksi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

14.14.16 Analisis Respons dan Peta Bukti

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi rasio, logaritma, dan eksperimen. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh

Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk orde reaksi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Untuk mencegah hafalan tanpa makna, orde reaksi dipahami sebagai eksponen empiris dalam hukum laju yang ditentukan dari data dan tidak selalu sama dengan koefisien reaksi keseluruhan. Analisis respons perlu menggunakan peta bukti, bukan keputusan berdasarkan satu butir. Konsistensi lintas konteks, representasi, dan waktu menentukan kuat-lemahnya klaim diagnostik. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa orde dianggap selalu koefisien stoikiometri. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti data laju awal dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi m , n , orde total. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

14.14.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah

Remediasi untuk orde reaksi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai

bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam pembelajaran kimia SMA, orde reaksi dipahami sebagai eksponen empiris dalam hukum laju yang ditentukan dari data dan tidak selalu sama dengan koefisien reaksi keseluruhan. Konflik kognitif efektif bila anomali dipahami, relevan, dan diikuti model alternatif yang lebih produktif. Kejutan tanpa dukungan dapat membuat peserta didik mengabaikan data atau menghafal pengecualian. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa orde dianggap selalu koefisien stoikiometri. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti data laju awal dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi m , n , orde total. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi rasio, logaritma, dan eksperimen. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

14.14.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa orde dianggap selalu koefisien stoikiometri. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti data laju awal dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi m , n , orde total. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi rasio, logaritma, dan eksperimen. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk orde reaksi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dari sudut pandang pedagogical content knowledge, orde reaksi dipahami sebagai eksponen empiris dalam hukum laju yang ditentukan dari data dan tidak selalu sama dengan koefisien reaksi keseluruhan. Representasi majemuk harus dikoordinasikan, bukan sekadar ditampilkan berdampingan. Prompt penghubung perlu menanyakan apa yang tetap, berubah, dan diwakili pada setiap bentuk. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

14.14.19 Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini

konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk orde reaksi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat makroskopik, orde reaksi dipahami sebagai eksponen empiris dalam hukum laju yang ditentukan dari data dan tidak selalu sama dengan koefisien reaksi keseluruhan. Praktikum, simulasi, dan argumentasi memberi ruang untuk menguji klaim dengan data. Kegiatan harus dirancang agar variabel, prediksi, ketidakpastian, dan batas model dibahas secara eksplisit. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa orde dianggap selalu koefisien stoikiometri. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti data laju awal dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi m , n , orde total. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi rasio, logaritma, dan eksperimen. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

14.14.20 *Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut*

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat submikroskopik, orde reaksi dipahami sebagai eksponen empiris dalam hukum laju yang ditentukan dari data dan tidak selalu sama dengan koefisien reaksi keseluruhan. Perubahan konseptual dinilai melalui transfer ke masalah baru dan retensi setelah jeda waktu. Tindak lanjut harus membedakan penguasaan prosedur dari kemampuan menjelaskan dan mengevaluasi bukti. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa orde dianggap selalu koefisien stoikiometri. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti data laju awal dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi m , n , orde total. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi rasio, logaritma, dan eksperimen. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk orde reaksi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya

jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Ringkasan Diagnostik 14.14

- Konsep sasaran: eksponen empiris dalam hukum laju yang ditentukan dari data dan tidak selalu sama dengan koefisien reaksi keseluruhan.
- Miskonsepsi prioritas: orde dianggap selalu koefisien stoikiometri.
- Representasi minimum: fenomena data laju awal, model partikel, dan simbol m , n , orde total.
- Bukti minimum: satu pertanyaan terbuka, satu butir bertingkat, satu tugas representasi, dan satu konteks transfer.
- Keputusan pedagogis: remediasi didasarkan pada pola alasan dan keyakinan, bukan pada skor tunggal.

14.15 Persamaan Laju

Subbab ini memusatkan perhatian pada persamaan laju sebagai bagian dari jejaring konsep bab. Tujuannya adalah membangun definisi yang presisi, mengidentifikasi batas penerapan, mengungkap pola miskonsepsi, dan menyediakan perangkat diagnosis serta remediasi yang dapat diterapkan di kelas XI.

14.15.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara diagnostik, persamaan laju dipahami sebagai hubungan kuantitatif antara laju, konstanta laju, dan konsentrasi spesies yang relevan. Penjelasan harus dimulai dari definisi yang dapat dioperasionalkan dalam pengamatan, perhitungan, dan komunikasi ilmiah. Batas konsep perlu dinyatakan agar istilah yang berdekatan tidak saling dipertukarkan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa persamaan laju dianggap dapat langsung ditulis dari persamaan reaksi keseluruhan. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti analisis data laju awal dan terintegrasi dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $v = k[A]^m[B]^n$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik

perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi variabel, konstanta, dan satuan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk persamaan laju perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

14.15.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat

Konteks seperti analisis data laju awal dan terintegrasi dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $v = k[A]^m[B]^n$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi variabel, konstanta, dan satuan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh

Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk persamaan laju perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara epistemologis, persamaan laju dipahami sebagai hubungan kuantitatif antara laju, konstanta laju, dan konsentrasi spesies yang relevan. Konsep ini berada dalam jejaring pengetahuan, bukan unit hafalan yang berdiri sendiri. Prasyarat yang rapuh akan membuat peserta didik menggunakan aturan permukaan sebagai pengganti penalaran. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa persamaan laju dianggap dapat langsung ditulis dari persamaan reaksi keseluruhan. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

14.15.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk persamaan laju perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam konteks laboratorium, persamaan laju dipahami sebagai hubungan kuantitatif antara laju, konstanta laju, dan konsentrasi spesies yang relevan. Fenomena makroskopik berfungsi sebagai sumber bukti, tetapi tidak dengan sendirinya menjelaskan mekanisme. Pengamatan harus dipisahkan dari inferensi agar peserta didik tidak menganggap kesan inderawi sebagai definisi ilmiah. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa persamaan laju dianggap dapat langsung ditulis dari persamaan reaksi keseluruhan. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti analisis data laju awal dan terintegrasi dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $v = k[A]^m[B]^n$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi variabel, konstanta, dan satuan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

14.15.4 Model Submikroskopik

Ketika peserta didik memecahkan soal, persamaan laju dipahami sebagai hubungan kuantitatif antara laju, konstanta laju, dan konsentrasi spesies yang relevan. Model submikroskopik menjelaskan perilaku partikel, interaksi, distribusi, dan perubahan yang tidak tampak langsung. Model harus disebut sebagai representasi dengan asumsi dan keterbatasan, bukan foto literal realitas. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa persamaan laju dianggap dapat langsung ditulis dari persamaan reaksi keseluruhan. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti analisis data laju awal dan terintegrasi dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $v = k[A]^m[B]^n$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi variabel, konstanta, dan satuan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk persamaan laju perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

14.15.5 Bahasa Simbolik dan Matematis

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi variabel, konstanta, dan satuan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat

untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk persamaan laju perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Untuk mencegah hafalan tanpa makna, persamaan laju dipahami sebagai hubungan kuantitatif antara laju, konstanta laju, dan konsentrasi spesies yang relevan. Simbol dan persamaan memadatkan hubungan kuantitatif, tetapi setiap tanda harus dihubungkan dengan makna fisisnya. Manipulasi aljabar tanpa interpretasi satuan, tanda, dan kondisi mudah menghasilkan jawaban benar secara kebetulan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa persamaan laju dianggap dapat langsung ditulis dari persamaan reaksi keseluruhan. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti analisis data laju awal dan terintegrasi dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $v = k[A]^m[B]^n$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

14.15.6 Koordinasi Antarrepresentasi

Remediasi untuk persamaan laju perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam pembelajaran kimia SMA, persamaan laju dipahami sebagai hubungan kuantitatif antara laju, konstanta laju, dan konsentrasi spesies yang relevan. Pemahaman matang tampak ketika peserta didik dapat berpindah konsisten antara fenomena, partikel, simbol, grafik, dan bahasa verbal. Ketidakselarasan antarrepresentasi merupakan indikator penting adanya pengetahuan yang terfragmentasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa persamaan laju dianggap dapat langsung ditulis dari persamaan reaksi keseluruhan. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti analisis data laju awal dan terintegrasi dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $v = k[A]^m[B]^n$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi variabel, konstanta, dan satuan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

14.15.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa persamaan laju dianggap dapat langsung ditulis dari persamaan reaksi keseluruhan. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti analisis data laju awal dan terintegrasi dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $v=k[A]^m[B]^n$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi variabel, konstanta, dan satuan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk persamaan laju perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dari sudut pandang pedagogical content knowledge, persamaan laju dipahami sebagai hubungan kuantitatif antara laju, konstanta laju, dan konsentrasi spesies yang relevan. Contoh positif perlu dipasangkan dengan noncontoh dan kasus batas supaya kategori tidak dibangun dari satu ciri dangkal. Kasus batas menuntut peserta didik menjelaskan alasan, kondisi, dan tingkat idealisasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

14.15.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk persamaan laju perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat makroskopik, persamaan laju dipahami sebagai hubungan kuantitatif antara laju, konstanta laju, dan konsentrasi spesies yang relevan. Miskonsepsi inti biasanya masuk akal dari sudut pengalaman awal sehingga tidak efektif hanya diberi label salah. Guru perlu menemukan aturan intuitif yang digunakan dan menunjukkan di mana aturan itu gagal. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa persamaan laju dianggap dapat langsung ditulis dari persamaan reaksi keseluruhan. Anggapan tersebut dapat bertahan

karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti analisis data laju awal dan terintegrasi dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $v=k[A]^m[B]^n$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi variabel, konstanta, dan satuan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

14.15.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat submikroskopik, persamaan laju dipahami sebagai hubungan kuantitatif antara laju, konstanta laju, dan konsentrasi spesies yang relevan. Satu jawaban salah dapat muncul dari beberapa pola penalaran alternatif yang berbeda. Variasi respons perlu dipetakan berdasarkan alasan, representasi, dan tingkat keyakinan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa persamaan laju dianggap dapat langsung ditulis dari persamaan reaksi keseluruhan. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti analisis data laju awal dan terintegrasi dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $v=k[A]^m[B]^n$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi variabel, konstanta, dan satuan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya

dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk persamaan laju perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

14.15.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari

Konteks seperti analisis data laju awal dan terintegrasi dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $v=k[A]^m[B]^n$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi variabel, konstanta, dan satuan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya,

jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk persamaan laju perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam representasi simbolik, persamaan laju dipahami sebagai hubungan kuantitatif antara laju, konstanta laju, dan konsentrasi spesies yang relevan. Bahasa sehari-hari sering menggunakan kata yang sama dengan makna berbeda dari terminologi ilmiah. Peralihan register bahasa harus diajarkan eksplisit agar istilah familiar tidak membawa asumsi yang keliru. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa persamaan laju dianggap dapat langsung ditulis dari persamaan reaksi keseluruhan. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

14.15.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk persamaan laju perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara diagnostik, persamaan laju dipahami sebagai hubungan kuantitatif antara laju, konstanta laju, dan konsentrasi spesies yang relevan. Gambar dan analogi dapat membantu sekaligus menyesatkan bila fitur pemetaan dan batasnya tidak dijelaskan. Peserta didik perlu diminta menyebut bagian analogi yang sesuai dan yang tidak sesuai. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa persamaan laju dianggap dapat langsung ditulis dari persamaan reaksi keseluruhan. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti analisis data laju awal dan terintegrasi dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $v = k[A]^m[B]^n$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi variabel, konstanta, dan satuan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

14.15.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran

Secara epistemologis, persamaan laju dipahami sebagai hubungan kuantitatif antara laju, konstanta laju, dan konsentrasi spesies yang relevan. Urutan buku teks, penyederhanaan guru, dan latihan algoritmik dapat memperkuat miskonsepsi secara tidak sengaja. Audit representasi dan bahasa pengajaran diperlukan sebelum menyalahkan peserta didik. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa persamaan laju dianggap dapat langsung ditulis dari persamaan reaksi keseluruhan. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang

diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti analisis data laju awal dan terintegrasi dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $v=k[A]^m[B]^n$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi variabel, konstanta, dan satuan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk persamaan laju perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

14.15.13 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi variabel, konstanta, dan satuan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk persamaan laju perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam konteks laboratorium, persamaan laju dipahami sebagai hubungan kuantitatif antara laju, konstanta laju, dan konsentrasi spesies yang relevan. Pertanyaan terbuka harus memancing prediksi, alasan, bukti, dan penjelasan mekanistik. Respons tertulis sebaiknya ditindaklanjuti dengan pertanyaan klarifikasi singkat. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa persamaan laju dianggap dapat langsung ditulis dari persamaan reaksi keseluruhan. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti analisis data laju awal dan terintegrasi dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $v = k[A]^m[B]^n$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

14.15.14 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan

Remediasi untuk persamaan laju perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Ketika peserta didik memecahkan soal, persamaan laju dipahami sebagai hubungan kuantitatif antara laju, konstanta laju, dan konsentrasi spesies yang relevan. Tes bertingkat memisahkan pilihan jawaban, alasan, dan keyakinan sehingga tebakan dapat dibedakan dari pemahaman. Distraktor harus berasal dari pola konsepsi yang benar-benar ditemukan dalam wawancara atau literatur. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa persamaan laju dianggap dapat langsung ditulis dari persamaan reaksi keseluruhan. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti analisis data laju awal dan terintegrasi dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $v = k[A]^m[B]^n$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi variabel, konstanta, dan satuan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

14.15.15 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa persamaan laju dianggap dapat langsung ditulis dari persamaan reaksi keseluruhan. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti analisis data laju awal dan terintegrasi dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $v=k[A]^m[B]^n$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi variabel, konstanta, dan satuan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk persamaan laju perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Untuk mencegah hafalan tanpa makna, persamaan laju dipahami sebagai hubungan kuantitatif antara laju, konstanta laju, dan konsentrasi spesies yang relevan. Tugas menggambar dan Predict-Observe-Explain mengungkap hubungan antara model mental dan fenomena. Perbedaan prediksi dan observasi tidak otomatis mengubah konsep tanpa fase penjelasan dan rekonsiliasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

14.15.16 Analisis Respons dan Peta Bukti

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk persamaan laju perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam pembelajaran kimia SMA, persamaan laju dipahami sebagai hubungan kuantitatif antara laju, konstanta laju, dan konsentrasi spesies yang relevan. Analisis respons perlu menggunakan peta bukti, bukan keputusan berdasarkan satu butir. Konsistensi lintas konteks, representasi, dan waktu menentukan kuat-lemahnya klaim diagnostik. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa persamaan laju dianggap dapat langsung ditulis dari persamaan reaksi keseluruhan. Anggapan tersebut dapat bertahan

karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti analisis data laju awal dan terintegrasi dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $v=k[A]^m[B]^n$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi variabel, konstanta, dan satuan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

14.15.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dari sudut pandang pedagogical content knowledge, persamaan laju dipahami sebagai hubungan kuantitatif antara laju, konstanta laju, dan konsentrasi spesies yang relevan. Konflik kognitif efektif bila anomali dipahami, relevan, dan diikuti model alternatif yang lebih produktif. Kejutan tanpa dukungan dapat membuat peserta didik mengabaikan data atau menghafal pengecualian. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa persamaan laju dianggap dapat langsung ditulis dari persamaan reaksi keseluruhan. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti analisis data laju awal dan terintegrasi dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $v=k[A]^m[B]^n$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi variabel, konstanta, dan satuan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya

dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk persamaan laju perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

14.15.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk

Konteks seperti analisis data laju awal dan terintegrasi dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $v = k[A]^m[B]^n$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi variabel, konstanta, dan satuan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya,

jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk persamaan laju perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat makroskopik, persamaan laju dipahami sebagai hubungan kuantitatif antara laju, konstanta laju, dan konsentrasi spesies yang relevan. Representasi majemuk harus dikoordinasikan, bukan sekadar ditampilkan berdampingan. Prompt penghubung perlu menanyakan apa yang tetap, berubah, dan diwakili pada setiap bentuk. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa persamaan laju dianggap dapat langsung ditulis dari persamaan reaksi keseluruhan. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

14.15.19 Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk persamaan laju perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat submikroskopik, persamaan laju dipahami sebagai hubungan kuantitatif antara laju, konstanta laju, dan konsentrasi spesies yang relevan. Praktikum, simulasi, dan argumentasi memberi ruang untuk menguji klaim dengan data. Kegiatan harus dirancang agar variabel, prediksi, ketidakpastian, dan batas model dibahas secara eksplisit. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa persamaan laju dianggap dapat langsung ditulis dari persamaan reaksi keseluruhan. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti analisis data laju awal dan terintegrasi dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $v = k[A]^m[B]^n$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi variabel, konstanta, dan satuan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

14.15.20 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut

Dalam representasi simbolik, persamaan laju dipahami sebagai hubungan kuantitatif antara laju, konstanta laju, dan konsentrasi spesies yang relevan. Perubahan konseptual dinilai melalui transfer ke masalah baru dan retensi setelah jeda waktu. Tindak lanjut harus membedakan penguasaan prosedur dari kemampuan menjelaskan dan mengevaluasi bukti. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa persamaan laju dianggap dapat langsung ditulis dari persamaan reaksi keseluruhan. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang

diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti analisis data laju awal dan terintegrasi dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $v=k[A]^m[B]^n$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi variabel, konstanta, dan satuan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk persamaan laju perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Ringkasan Diagnostik 14.15

- Konsep sasaran: hubungan kuantitatif antara laju, konstanta laju, dan konsentrasi spesies yang relevan.
- Miskonsepsi prioritas: persamaan laju dianggap dapat langsung ditulis dari persamaan reaksi keseluruhan.
- Representasi minimum: fenomena analisis data laju awal dan terintegrasi, model partikel, dan simbol $v=k[A]^m[B]^n$.

- Bukti minimum: satu pertanyaan terbuka, satu butir bertingkat, satu tugas representasi, dan satu konteks transfer.
- Keputusan pedagogis: remediasi didasarkan pada pola alasan dan keyakinan, bukan pada skor tunggal.

14.16 Interpretasi Grafik Kinetika

Subbab ini memusatkan perhatian pada interpretasi grafik kinetika sebagai bagian dari jejaring konsep bab. Tujuannya adalah membangun definisi yang presisi, mengidentifikasi batas penerapan, mengungkap pola miskonsepsi, dan menyediakan perangkat diagnosis serta remediasi yang dapat diterapkan di kelas XI.

14.16.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep

Secara epistemologis, interpretasi grafik kinetika dipahami sebagai pembacaan grafik konsentrasi-waktu, laju-waktu, dan bentuk linearisasi orde reaksi. Penjelasan harus dimulai dari definisi yang dapat dioperasionalkan dalam pengamatan, perhitungan, dan komunikasi ilmiah. Batas konsep perlu dinyatakan agar istilah yang berdekatan tidak saling dipertukarkan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa garis paling tinggi dianggap selalu reaksi tercepat tanpa memeriksa sumbu dan gradien. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti grafik $[A]$, $\ln[A]$, $1/[A]$ terhadap t dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi kemiringan dan intersep. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi fungsi linear dan perubahan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk interpretasi grafik kinetika perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

14.16.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi fungsi linear dan perubahan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk interpretasi grafik kinetika perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai

bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam konteks laboratorium, interpretasi grafik kinetika dipahami sebagai pembacaan grafik konsentrasi-waktu, laju-waktu, dan bentuk linearisasi orde reaksi. Konsep ini berada dalam jejaring pengetahuan, bukan unit hafalan yang berdiri sendiri. Prasyarat yang rapuh akan membuat peserta didik menggunakan aturan permukaan sebagai pengganti penalaran. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa garis paling tinggi dianggap selalu reaksi tercepat tanpa memeriksa sumbu dan gradien. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti grafik $[A]$, $\ln[A]$, $1/[A]$ terhadap t dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi kemiringan dan intersep. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

14.16.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan

Remediasi untuk interpretasi grafik kinetika perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Ketika peserta didik memecahkan soal, interpretasi grafik kinetika dipahami sebagai pembacaan grafik konsentrasi-waktu, laju-waktu, dan bentuk linearisasi orde reaksi. Fenomena makroskopik berfungsi sebagai sumber bukti, tetapi tidak dengan sendirinya menjelaskan mekanisme. Pengamatan harus dipisahkan dari inferensi agar peserta didik tidak menganggap kesan inderawi sebagai definisi ilmiah. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa garis paling tinggi dianggap selalu reaksi tercepat tanpa memeriksa sumbu dan gradien. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang

diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti grafik $[A]$, $\ln[A]$, $1/[A]$ terhadap t dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi kemiringan dan intersep. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi fungsi linear dan perubahan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

14.16.4 Model Submikroskopik

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa garis paling tinggi dianggap selalu reaksi tercepat tanpa memeriksa sumbu dan gradien. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti grafik $[A]$, $\ln[A]$, $1/[A]$ terhadap t dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi kemiringan dan intersep. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi fungsi linear dan perubahan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya

dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk interpretasi grafik kinetika perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Untuk mencegah hafalan tanpa makna, interpretasi grafik kinetika dipahami sebagai pembacaan grafik konsentrasi-waktu, laju-waktu, dan bentuk linearisasi orde reaksi. Model submikroskopik menjelaskan perilaku partikel, interaksi, distribusi, dan perubahan yang tidak tampak langsung. Model harus disebut sebagai representasi dengan asumsi dan keterbatasan, bukan foto literal realitas. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

14.16.5 Bahasa Simbolik dan Matematis

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya,

jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk interpretasi grafik kinetika perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam pembelajaran kimia SMA, interpretasi grafik kinetika dipahami sebagai pembacaan grafik konsentrasi-waktu, laju-waktu, dan bentuk linearisasi orde reaksi. Simbol dan persamaan memadatkan hubungan kuantitatif, tetapi setiap tanda harus dihubungkan dengan makna fisisnya. Manipulasi aljabar tanpa interpretasi satuan, tanda, dan kondisi mudah menghasilkan jawaban benar secara kebetulan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa garis paling tinggi dianggap selalu reaksi tercepat tanpa memeriksa sumbu dan gradien. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti grafik $[A]$, $\ln[A]$, $1/[A]$ terhadap t dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi kemiringan dan intersep. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi fungsi linear dan perubahan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

14.16.6 Koordinasi Antarrepresentasi

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dari sudut pandang pedagogical content knowledge, interpretasi grafik kinetika dipahami sebagai pembacaan grafik konsentrasi-waktu, laju-waktu, dan bentuk linearisasi orde reaksi. Pemahaman matang tampak ketika peserta didik dapat berpindah konsisten antara fenomena, partikel, simbol, grafik, dan bahasa verbal. Ketidakselarasan antarrepresentasi merupakan indikator penting adanya pengetahuan yang terfragmentasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa garis paling tinggi dianggap selalu reaksi tercepat tanpa memeriksa sumbu dan gradien. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti grafik $[A]$, $\ln[A]$, $1/[A]$ terhadap t dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi kemiringan dan intersep. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi fungsi linear dan perubahan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk interpretasi grafik kinetika perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

14.16.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas

Konteks seperti grafik $[A]$, $\ln[A]$, $1/[A]$ terhadap t dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi kemiringan dan intersep. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi fungsi linear dan perubahan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk interpretasi grafik kinetika perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat makroskopik, interpretasi grafik kinetika dipahami sebagai pembacaan grafik konsentrasi-waktu, laju-waktu, dan bentuk linearisasi orde reaksi. Contoh positif perlu dipasangkan dengan noncontoh dan kasus batas supaya kategori tidak dibangun dari satu ciri dangkal. Kasus batas menuntut peserta didik menjelaskan alasan, kondisi, dan tingkat idealisasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa garis paling tinggi dianggap selalu reaksi tercepat tanpa memeriksa sumbu dan gradien. Anggapan tersebut dapat bertahan

karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

14.16.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk interpretasi grafik kinetika perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat submikroskopik, interpretasi grafik kinetika dipahami sebagai pembacaan grafik konsentrasi-waktu, laju-waktu, dan bentuk linearisasi orde reaksi. Miskonsepsi inti biasanya masuk akal dari sudut pengalaman awal sehingga tidak efektif hanya diberi label salah. Guru perlu menemukan aturan intuitif yang digunakan dan menunjukkan di mana aturan itu gagal. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa garis paling tinggi dianggap selalu reaksi tercepat tanpa memeriksa sumbu dan gradien. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti grafik $[A]$, $\ln[A]$, $1/[A]$ terhadap t dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi kemiringan dan intersep. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi fungsi linear dan perubahan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya

dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

14.16.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif

Dalam representasi simbolik, interpretasi grafik kinetika dipahami sebagai pembacaan grafik konsentrasi-waktu, laju-waktu, dan bentuk linearisasi orde reaksi. Satu jawaban salah dapat muncul dari beberapa pola penalaran alternatif yang berbeda. Variasi respons perlu dipetakan berdasarkan alasan, representasi, dan tingkat keyakinan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa garis paling tinggi dianggap selalu reaksi tercepat tanpa memeriksa sumbu dan gradien. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti grafik $[A]$, $\ln[A]$, $1/[A]$ terhadap t dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi kemiringan dan intersep. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi fungsi linear dan perubahan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan

beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk interpretasi grafik kinetika perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

14.16.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi fungsi linear dan perubahan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk interpretasi grafik kinetika perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara diagnostik, interpretasi grafik kinetika dipahami sebagai pembacaan grafik konsentrasi-waktu, laju-waktu, dan bentuk linearisasi orde reaksi. Bahasa sehari-hari sering menggunakan kata yang sama dengan makna berbeda dari terminologi ilmiah. Peralihan register bahasa harus diajarkan eksplisit agar istilah familiar tidak membawa asumsi yang keliru. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa garis paling tinggi dianggap selalu reaksi tercepat tanpa memeriksa sumbu dan gradien. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti grafik $[A]$, $\ln[A]$, $1/[A]$ terhadap t dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi kemiringan dan intersep. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

14.16.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi

Remediasi untuk interpretasi grafik kinetika perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara epistemologis, interpretasi grafik kinetika dipahami sebagai pembacaan grafik konsentrasi-waktu, laju-waktu, dan bentuk linearisasi orde reaksi. Gambar dan analogi dapat membantu sekaligus menyesatkan bila fitur pemetaan dan batasnya tidak dijelaskan. Peserta didik perlu diminta menyebut bagian analogi yang sesuai dan yang tidak sesuai. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa garis paling tinggi dianggap selalu reaksi tercepat tanpa memeriksa sumbu dan gradien. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti grafik $[A]$, $\ln[A]$, $1/[A]$ terhadap t dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi kemiringan dan intersep. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi fungsi linear dan perubahan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

14.16.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa garis paling tinggi dianggap selalu reaksi tercepat tanpa memeriksa sumbu dan gradien. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti grafik $[A]$, $\ln[A]$, $1/[A]$ terhadap t dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi kemiringan dan intersep. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi fungsi linear dan perubahan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk interpretasi grafik kinetika perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam konteks laboratorium, interpretasi grafik kinetika dipahami sebagai pembacaan grafik konsentrasi-waktu, laju-waktu, dan bentuk linearisasi orde reaksi. Urutan buku teks, penyederhanaan guru, dan latihan algoritmik dapat memperkuat miskonsepsi secara tidak sengaja. Audit representasi dan bahasa pengajaran diperlukan sebelum menyalahkan peserta didik. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

14.16.13 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk interpretasi grafik kinetika perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Ketika peserta didik memecahkan soal, interpretasi grafik kinetika dipahami sebagai pembacaan grafik konsentrasi-waktu, laju-waktu, dan bentuk linearisasi orde reaksi. Pertanyaan terbuka harus memancing prediksi, alasan, bukti, dan penjelasan mekanistik. Respons tertulis sebaiknya ditindaklanjuti dengan pertanyaan klarifikasi singkat. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa garis paling tinggi dianggap selalu reaksi tercepat tanpa memeriksa sumbu dan gradien. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti grafik $[A]$, $\ln[A]$, $1/[A]$ terhadap t dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi kemiringan dan intersep. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi fungsi linear dan perubahan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

14.16.14 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Untuk mencegah hafalan tanpa makna, interpretasi grafik kinetika dipahami sebagai pembacaan grafik konsentrasi-waktu, laju-waktu, dan bentuk linearisasi orde reaksi. Tes bertingkat memisahkan pilihan jawaban, alasan, dan keyakinan sehingga tebakan dapat

dibedakan dari pemahaman. Distraktor harus berasal dari pola konsepsi yang benar-benar ditemukan dalam wawancara atau literatur. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa garis paling tinggi dianggap selalu reaksi tercepat tanpa memeriksa sumbu dan gradien. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti grafik $[A]$, $\ln[A]$, $1/[A]$ terhadap t dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi kemiringan dan intersep. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi fungsi linear dan perubahan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk interpretasi grafik kinetika perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

14.16.15 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain

Konteks seperti grafik $[A]$, $\ln[A]$, $1/[A]$ terhadap t dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan

kemudian ke representasi kemiringan dan intersep. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi fungsi linear dan perubahan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk interpretasi grafik kinetika perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam pembelajaran kimia SMA, interpretasi grafik kinetika dipahami sebagai pembacaan grafik konsentrasi-waktu, laju-waktu, dan bentuk linearisasi orde reaksi. Tugas menggambar dan Predict-Observe-Explain mengungkap hubungan antara model mental dan fenomena. Perbedaan prediksi dan observasi tidak otomatis mengubah konsep tanpa fase penjelasan dan rekonsiliasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa garis paling tinggi dianggap selalu reaksi tercepat tanpa memeriksa sumbu dan gradien. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

14.16.16 Analisis Respons dan Peta Bukti

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk interpretasi grafik kinetika perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dari sudut pandang pedagogical content knowledge, interpretasi grafik kinetika dipahami sebagai pembacaan grafik konsentrasi-waktu, laju-waktu, dan bentuk linearisasi orde reaksi. Analisis respons perlu menggunakan peta bukti, bukan keputusan berdasarkan satu butir. Konsistensi lintas konteks, representasi, dan waktu menentukan kuat-lemahnya klaim diagnostik. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa garis paling tinggi dianggap selalu reaksi tercepat tanpa memeriksa sumbu dan gradien. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti grafik $[A]$, $\ln[A]$, $1/[A]$ terhadap t dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi kemiringan dan intersep. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi fungsi linear dan perubahan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan

tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

14.16.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah

Pada tingkat makroskopik, interpretasi grafik kinetika dipahami sebagai pembacaan grafik konsentrasi-waktu, laju-waktu, dan bentuk linearisasi orde reaksi. Konflik kognitif efektif bila anomali dipahami, relevan, dan diikuti model alternatif yang lebih produktif. Kejutan tanpa dukungan dapat membuat peserta didik mengabaikan data atau menghafal pengecualian. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa garis paling tinggi dianggap selalu reaksi tercepat tanpa memeriksa sumbu dan gradien. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti grafik $[A]$, $\ln[A]$, $1/[A]$ terhadap t dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi kemiringan dan intersep. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi fungsi linear dan perubahan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk interpretasi grafik kinetika perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

14.16.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi fungsi linear dan perubahan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk interpretasi grafik kinetika perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat submikroskopik, interpretasi grafik kinetika dipahami sebagai pembacaan grafik konsentrasi-waktu, laju-waktu, dan bentuk linearisasi orde reaksi. Representasi majemuk harus dikoordinasikan, bukan sekadar ditampilkan berdampingan. Prompt penghubung perlu menanyakan apa yang tetap, berubah, dan diwakili pada setiap bentuk. Pembahasan harus

terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa garis paling tinggi dianggap selalu reaksi tercepat tanpa memeriksa sumbu dan gradien. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti grafik $[A]$, $\ln[A]$, $1/[A]$ terhadap t dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi kemiringan dan intersep. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

14.16.19 Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif

Remediasi untuk interpretasi grafik kinetika perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam representasi simbolik, interpretasi grafik kinetika dipahami sebagai pembacaan grafik konsentrasi-waktu, laju-waktu, dan bentuk linearisasi orde reaksi. Praktikum, simulasi, dan argumentasi memberi ruang untuk menguji klaim dengan data. Kegiatan harus dirancang agar variabel, prediksi, ketidakpastian, dan batas model dibahas secara eksplisit. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa garis paling tinggi dianggap selalu reaksi tercepat tanpa memeriksa sumbu dan gradien. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti grafik $[A]$, $\ln[A]$, $1/[A]$ terhadap t dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi kemiringan dan intersep. Hubungan ini tidak bersifat otomatis:

peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi fungsi linear dan perubahan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

14.16.20 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa garis paling tinggi dianggap selalu reaksi tercepat tanpa memeriksa sumbu dan gradien. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti grafik $[A]$, $\ln[A]$, $1/[A]$ terhadap t dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi kemiringan dan intersep. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi fungsi linear dan perubahan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh

Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk interpretasi grafik kinetika perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara diagnostik, interpretasi grafik kinetika dipahami sebagai pembacaan grafik konsentrasi-waktu, laju-waktu, dan bentuk linearisasi orde reaksi. Perubahan konseptual dinilai melalui transfer ke masalah baru dan retensi setelah jeda waktu. Tindak lanjut harus membedakan penguasaan prosedur dari kemampuan menjelaskan dan mengevaluasi bukti. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Ringkasan Diagnostik 14.16

- Konsep sasaran: pembacaan grafik konsentrasi-waktu, laju-waktu, dan bentuk linearisasi orde reaksi.
- Miskonsepsi prioritas: garis paling tinggi dianggap selalu reaksi tercepat tanpa memeriksa sumbu dan gradien.
- Representasi minimum: fenomena grafik $[A]$, $\ln[A]$, $1/[A]$ terhadap t , model partikel, dan simbol kemiringan dan intersep.
- Bukti minimum: satu pertanyaan terbuka, satu butir bertingkat, satu tugas representasi, dan satu konteks transfer.
- Keputusan pedagogis: remediasi didasarkan pada pola alasan dan keyakinan, bukan pada skor tunggal.

14.17 Hubungan Mekanisme dan Persamaan Laju

Subbab ini memusatkan perhatian pada hubungan mekanisme dan persamaan laju sebagai bagian dari jejaring konsep bab. Tujuannya adalah membangun definisi yang presisi, mengidentifikasi batas penerapan, mengungkap pola miskonsepsi, dan menyediakan perangkat diagnosis serta remediasi yang dapat diterapkan di kelas XI.

14.17.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa mekanisme dianggap dapat dipastikan hanya dari persamaan laju atau koefisien total. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti mekanisme multilangkah dan intermediat dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi aproksimasi keadaan tunak/pra-kesetimbangan. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi reaksi elementer dan stoikiometri. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk hubungan mekanisme dan persamaan laju perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam konteks laboratorium, hubungan mekanisme dan persamaan laju dipahami sebagai hukum laju terkait langkah elementer dan tahap penentu laju, bukan sekadar persamaan total.

Penjelasan harus dimulai dari definisi yang dapat dioperasionalkan dalam pengamatan, perhitungan, dan komunikasi ilmiah. Batas konsep perlu dinyatakan agar istilah yang berdekatan tidak saling dipertukarkan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

14.17.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk hubungan mekanisme dan persamaan laju perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Ketika peserta didik memecahkan soal, hubungan mekanisme dan persamaan laju dipahami sebagai hukum laju terkait langkah elementer dan tahap penentu laju, bukan sekadar persamaan total. Konsep ini berada dalam jejaring pengetahuan, bukan unit hafalan yang berdiri sendiri. Prasyarat yang rapuh akan membuat peserta didik menggunakan aturan permukaan sebagai pengganti penalaran. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa mekanisme dianggap dapat dipastikan hanya dari persamaan laju atau koefisien total. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti mekanisme multilangkah dan intermediat dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan

kemudian ke representasi aproksimasi keadaan tunak/pra-kesetimbangan. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi reaksi elementer dan stoikiometri. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

14.17.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Untuk mencegah hafalan tanpa makna, hubungan mekanisme dan persamaan laju dipahami sebagai hukum laju terkait langkah elementer dan tahap penentu laju, bukan sekadar persamaan total. Fenomena makroskopik berfungsi sebagai sumber bukti, tetapi tidak dengan sendirinya menjelaskan mekanisme. Pengamatan harus dipisahkan dari inferensi agar peserta didik tidak menganggap kesan inderawi sebagai definisi ilmiah. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa mekanisme dianggap dapat dipastikan hanya dari persamaan laju atau koefisien total. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti mekanisme multilangkah dan intermediat dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi aproksimasi keadaan tunak/pra-kesetimbangan. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi reaksi elementer dan stoikiometri. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini

konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk hubungan mekanisme dan persamaan laju perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

14.17.4 Model Submikroskopik

Konteks seperti mekanisme multistep dan intermediat dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi aproksimasi keadaan tunak/pada kesetimbangan. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi reaksi elementer dan stoikiometri. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk hubungan mekanisme dan persamaan laju perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi

harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam pembelajaran kimia SMA, hubungan mekanisme dan persamaan laju dipahami sebagai hukum laju terkait langkah elementer dan tahap penentu laju, bukan sekadar persamaan total. Model submikroskopik menjelaskan perilaku partikel, interaksi, distribusi, dan perubahan yang tidak tampak langsung. Model harus disebut sebagai representasi dengan asumsi dan keterbatasan, bukan foto literal realitas. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa mekanisme dianggap dapat dipastikan hanya dari persamaan laju atau koefisien total. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

14.17.5 Bahasa Simbolik dan Matematis

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk hubungan mekanisme dan persamaan laju perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dari sudut pandang pedagogical content knowledge, hubungan mekanisme dan persamaan laju dipahami sebagai hukum laju terkait langkah elementer dan tahap penentu laju, bukan sekadar persamaan total. Simbol dan persamaan memadatkan hubungan kuantitatif, tetapi setiap tanda harus dihubungkan dengan makna fisisnya. Manipulasi aljabar tanpa interpretasi satuan, tanda, dan kondisi mudah menghasilkan jawaban benar secara kebetulan. Pembahasan harus terus

menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa mekanisme dianggap dapat dipastikan hanya dari persamaan laju atau koefisien total. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti mekanisme multistep dan intermediat dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi aproksimasi keadaan tunak/pada kesetimbangan. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi reaksi elementer dan stoikiometri. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

14.17.6 Koordinasi Antarrepresentasi

Pada tingkat makroskopik, hubungan mekanisme dan persamaan laju dipahami sebagai hukum laju terkait langkah elementer dan tahap penentu laju, bukan sekadar persamaan total. Pemahaman matang tampak ketika peserta didik dapat berpindah konsisten antara fenomena, partikel, simbol, grafik, dan bahasa verbal. Ketidakselarasan antarrepresentasi merupakan indikator penting adanya pengetahuan yang terfragmentasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa mekanisme dianggap dapat dipastikan hanya dari persamaan laju atau koefisien total. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti mekanisme multistep dan intermediat dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi aproksimasi keadaan tunak/pada kesetimbangan. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi reaksi elementer dan stoikiometri. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk hubungan mekanisme dan persamaan laju perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

14.17.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi reaksi elementer dan stoikiometri. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini

konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk hubungan mekanisme dan persamaan laju perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat submikroskopik, hubungan mekanisme dan persamaan laju dipahami sebagai hukum laju terkait langkah elementer dan tahap penentu laju, bukan sekadar persamaan total. Contoh positif perlu dipasangkan dengan noncontoh dan kasus batas supaya kategori tidak dibangun dari satu ciri dangkal. Kasus batas menuntut peserta didik menjelaskan alasan, kondisi, dan tingkat idealisasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa mekanisme dianggap dapat dipastikan hanya dari persamaan laju atau koefisien total. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti mekanisme multilangkah dan intermediat dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi aproksimasi keadaan tunak/pa-kesetimbangan. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

14.17.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul

Remediasi untuk hubungan mekanisme dan persamaan laju perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi

harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam representasi simbolik, hubungan mekanisme dan persamaan laju dipahami sebagai hukum laju terkait langkah elementer dan tahap penentu laju, bukan sekadar persamaan total. Miskonsepsi ini biasanya masuk akal dari sudut pengalaman awal sehingga tidak efektif hanya diberi label salah. Guru perlu menemukan aturan intuitif yang digunakan dan menunjukkan di mana aturan itu gagal. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa mekanisme dianggap dapat dipastikan hanya dari persamaan laju atau koefisien total. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti mekanisme multilangkah dan intermediat dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi aproksimasi keadaan tunak/pa-kesetimbangan. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi reaksi elementer dan stoikiometri. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

14.17.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa mekanisme dianggap dapat dipastikan hanya dari persamaan laju atau koefisien total. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti mekanisme multistep dan intermediat dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi aproksimasi keadaan tunak/pada kesetimbangan. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi reaksi elementer dan stoikiometri. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk hubungan mekanisme dan persamaan laju perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara diagnostik, hubungan mekanisme dan persamaan laju dipahami sebagai hukum laju terkait langkah elementer dan tahap penentu laju, bukan sekadar persamaan total. Satu

jawaban salah dapat muncul dari beberapa pola penalaran alternatif yang berbeda. Variasi respons perlu dipetakan berdasarkan alasan, representasi, dan tingkat keyakinan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

14.17.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk hubungan mekanisme dan persamaan laju perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara epistemologis, hubungan mekanisme dan persamaan laju dipahami sebagai hukum laju terkait langkah elementer dan tahap penentu laju, bukan sekadar persamaan total. Bahasa sehari-hari sering menggunakan kata yang sama dengan makna berbeda dari terminologi ilmiah. Peralihan register bahasa harus diajarkan eksplisit agar istilah familiar tidak membawa asumsi yang keliru. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa mekanisme dianggap dapat dipastikan hanya dari persamaan laju atau koefisien total. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti mekanisme multilangkah dan intermediat dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan

kemudian ke representasi aproksimasi keadaan tunak/pra-kesetimbangan. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi reaksi elementer dan stoikiometri. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

14.17.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam konteks laboratorium, hubungan mekanisme dan persamaan laju dipahami sebagai hukum laju terkait langkah elementer dan tahap penentu laju, bukan sekadar persamaan total. Gambar dan analogi dapat membantu sekaligus menyesatkan bila fitur pemetaan dan batasnya tidak dijelaskan. Peserta didik perlu diminta menyebutkan bagian analogi yang sesuai dan yang tidak sesuai. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa mekanisme dianggap dapat dipastikan hanya dari persamaan laju atau koefisien total. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti mekanisme multilangkah dan intermediat dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi aproksimasi keadaan tunak/pra-kesetimbangan. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi reaksi elementer dan stoikiometri. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh

Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk hubungan mekanisme dan persamaan laju perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

14.17.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran

Konteks seperti mekanisme multistep dan intermediat dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi aproksimasi keadaan tunak/pada kesetimbangan. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi reaksi elementer dan stoikiometri. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk hubungan mekanisme dan persamaan laju perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Ketika peserta didik memecahkan soal, hubungan mekanisme dan persamaan laju dipahami sebagai hukum laju terkait langkah elementer dan tahap penentu laju, bukan sekadar persamaan total. Urutan buku teks, penyederhanaan guru, dan latihan algoritmik dapat memperkuat miskonsepsi secara tidak sengaja. Audit representasi dan bahasa pengajaran diperlukan sebelum menyalahkan peserta didik. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa mekanisme dianggap dapat dipastikan hanya dari persamaan laju atau koefisien total. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

14.17.13 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk hubungan mekanisme dan persamaan laju perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Untuk mencegah hafalan tanpa makna, hubungan mekanisme dan persamaan laju dipahami sebagai hukum laju terkait langkah elementer dan tahap penentu laju, bukan sekadar persamaan total. Pertanyaan terbuka harus memancing prediksi, alasan, bukti, dan penjelasan mekanistik. Respons tertulis sebaiknya ditindaklanjuti dengan pertanyaan klarifikasi singkat. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa mekanisme dianggap dapat dipastikan hanya dari persamaan laju atau koefisien total. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti mekanisme multistep dan intermediat dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi aproksimasi keadaan tunak/pada kesetimbangan. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi reaksi elementer dan stoikiometri. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

14.17.14 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan

Dalam pembelajaran kimia SMA, hubungan mekanisme dan persamaan laju dipahami sebagai hukum laju terkait langkah elementer dan tahap penentu laju, bukan sekadar persamaan total. Tes bertingkat memisahkan pilihan jawaban, alasan, dan keyakinan sehingga tebakan dapat dibedakan dari pemahaman. Distraktor harus berasal dari pola konsepsi yang benar-benar ditemukan dalam wawancara atau literatur. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa mekanisme dianggap dapat dipastikan hanya dari persamaan laju atau koefisien total. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti mekanisme multistep dan intermediat dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi aproksimasi keadaan tunak/pada kesetimbangan. Hubungan ini tidak

bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi reaksi elementer dan stoikiometri. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk hubungan mekanisme dan persamaan laju perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

14.17.15 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi reaksi elementer dan stoikiometri. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk hubungan mekanisme dan persamaan laju perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dari sudut pandang pedagogical content knowledge, hubungan mekanisme dan persamaan laju dipahami sebagai hukum laju terkait langkah elementer dan tahap penentu laju, bukan sekadar persamaan total. Tugas menggambar dan Predict-Observe-Explain mengungkap hubungan antara model mental dan fenomena. Perbedaan prediksi dan observasi tidak otomatis mengubah konsep tanpa fase penjelasan dan rekonsiliasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa mekanisme dianggap dapat dipastikan hanya dari persamaan laju atau koefisien total. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti mekanisme multilangkah dan intermediat dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi aproksimasi keadaan tunak/pa-kesetimbangan. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

14.17.16 Analisis Respons dan Peta Bukti

Remediasi untuk hubungan mekanisme dan persamaan laju perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat makroskopik, hubungan mekanisme dan persamaan laju dipahami sebagai hukum laju terkait langkah elementer dan tahap penentu laju, bukan sekadar persamaan total. Analisis respons perlu menggunakan peta bukti, bukan keputusan berdasarkan satu butir. Konsistensi lintas konteks, representasi, dan waktu menentukan kuat-lemahnya klaim diagnostik. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa mekanisme dianggap dapat dipastikan hanya dari persamaan laju atau koefisien total. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti mekanisme multilangkah dan intermediat dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi aproksimasi keadaan tunak/pra-kesetimbangan. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi reaksi elementer dan stoikiometri. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

14.17.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa mekanisme dianggap dapat dipastikan hanya dari persamaan laju atau koefisien total. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti mekanisme multilangkah dan intermediat dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi aproksimasi keadaan tunak/pra-kesetimbangan. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi reaksi elementer dan stoikiometri. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk hubungan mekanisme dan persamaan laju perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat submikroskopik, hubungan mekanisme dan persamaan laju dipahami sebagai hukum laju terkait langkah elementer dan tahap penentu laju, bukan sekadar persamaan total.

Konflik kognitif efektif bila anomali dipahami, relevan, dan diikuti model alternatif yang lebih produktif. Kejutan tanpa dukungan dapat membuat peserta didik mengabaikan data atau menghafal pengecualian. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

14.17.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk hubungan mekanisme dan persamaan laju perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam representasi simbolik, hubungan mekanisme dan persamaan laju dipahami sebagai hukum laju terkait langkah elementer dan tahap penentu laju, bukan sekadar persamaan total. Representasi majemuk harus dikoordinasikan, bukan sekadar ditampilkan berdampingan. Prompt penghubung perlu menanyakan apa yang tetap, berubah, dan diwakili pada setiap bentuk. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa mekanisme dianggap dapat dipastikan hanya dari persamaan laju atau koefisien total. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti mekanisme multilangkah dan intermediat dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan

kemudian ke representasi aproksimasi keadaan tunak/pra-kesetimbangan. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi reaksi elementer dan stoikiometri. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

14.17.19 Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara diagnostik, hubungan mekanisme dan persamaan laju dipahami sebagai hukum laju terkait langkah elementer dan tahap penentu laju, bukan sekadar persamaan total. Praktikum, simulasi, dan argumentasi memberi ruang untuk menguji klaim dengan data. Kegiatan harus dirancang agar variabel, prediksi, ketidakpastian, dan batas model dibahas secara eksplisit. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa mekanisme dianggap dapat dipastikan hanya dari persamaan laju atau koefisien total. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti mekanisme multilangkah dan intermediat dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi aproksimasi keadaan tunak/pra-kesetimbangan. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi reaksi elementer dan stoikiometri. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh

Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk hubungan mekanisme dan persamaan laju perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

14.17.20 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut

Konteks seperti mekanisme multistep dan intermediat dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi aproksimasi keadaan tunak/pada kesetimbangan. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi reaksi elementer dan stoikiometri. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk hubungan mekanisme dan persamaan laju perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara epistemologis, hubungan mekanisme dan persamaan laju dipahami sebagai hukum laju terkait langkah elementer dan tahap penentu laju, bukan sekadar persamaan total. Perubahan konseptual dinilai melalui transfer ke masalah baru dan retensi setelah jeda waktu. Tindak lanjut harus membedakan penguasaan prosedur dari kemampuan menjelaskan dan mengevaluasi bukti. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa mekanisme dianggap dapat dipastikan hanya dari persamaan laju atau koefisien total. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Ringkasan Diagnostik 14.17

- Konsep sasaran: hukum laju terkait langkah elementer dan tahap penentu laju, bukan sekadar persamaan total.
- Miskonsepsi prioritas: mekanisme dianggap dapat dipastikan hanya dari persamaan laju atau koefisien total.
- Representasi minimum: fenomena mekanisme multilangkah dan intermediat, model partikel, dan simbol aproksimasi keadaan tunak/pa-kesetimbangan.
- Bukti minimum: satu pertanyaan terbuka, satu butir bertingkat, satu tugas representasi, dan satu konteks transfer.
- Keputusan pedagogis: remediasi didasarkan pada pola alasan dan keyakinan, bukan pada skor tunggal.

14.18 Strategi Diagnosis dan Remediasi

Subbab ini memusatkan perhatian pada strategi diagnosis dan remediasi sebagai bagian dari jejaring konsep bab. Tujuannya adalah membangun definisi yang presisi, mengidentifikasi batas penerapan, mengungkap pola miskonsepsi, dan menyediakan perangkat diagnosis serta remediasi yang dapat diterapkan di kelas XI.

14.18.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep

Konteks seperti eksperimen laju, simulasi, dan tes empat tingkat dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi POE dan confidence rating. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi seluruh konsep kinetika. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk strategi diagnosis dan remediasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Ketika peserta didik memecahkan soal, strategi diagnosis dan remediasi dipahami sebagai asesmen pola penalaran kinetika dan pembelajaran berbasis data, partikel, serta grafik. Penjelasan harus dimulai dari definisi yang dapat dioperasionalkan dalam pengamatan, perhitungan, dan komunikasi ilmiah. Batas konsep perlu dinyatakan agar istilah yang berdekatan tidak saling dipertukarkan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa kemampuan substitusi rumus dianggap cukup untuk memahami laju. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

14.18.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan

beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk strategi diagnosis dan remediasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Untuk mencegah hafalan tanpa makna, strategi diagnosis dan remediasi dipahami sebagai asesmen pola penalaran kinetika dan pembelajaran berbasis data, partikel, serta grafik. Konsep ini berada dalam jejaring pengetahuan, bukan unit hafalan yang berdiri sendiri. Prasyarat yang rapuh akan membuat peserta didik menggunakan aturan permukaan sebagai pengganti penalaran. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa kemampuan substitusi rumus dianggap cukup untuk memahami laju. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti eksperimen laju, simulasi, dan tes empat tingkat dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi POE dan confidence rating. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi seluruh konsep kinetika. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

14.18.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan

Dalam pembelajaran kimia SMA, strategi diagnosis dan remediasi dipahami sebagai asesmen pola penalaran kinetika dan pembelajaran berbasis data, partikel, serta grafik. Fenomena makroskopik berfungsi sebagai sumber bukti, tetapi tidak dengan sendirinya menjelaskan mekanisme. Pengamatan harus dipisahkan dari inferensi agar peserta didik tidak menganggap kesan inderawi sebagai definisi ilmiah. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa kemampuan substitusi rumus dianggap cukup untuk memahami laju. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti eksperimen laju, simulasi, dan tes empat tingkat dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi POE dan confidence rating. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi seluruh konsep kinetika. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk strategi diagnosis dan remediasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

14.18.4 Model Submikroskopik

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi seluruh konsep kinetika. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk strategi diagnosis dan remediasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dari sudut pandang pedagogical content knowledge, strategi diagnosis dan remediasi dipahami sebagai asesmen pola penalaran kinetika dan pembelajaran berbasis data, partikel, serta grafik. Model submikroskopik menjelaskan perilaku partikel, interaksi, distribusi, dan perubahan yang tidak tampak langsung. Model harus disebut sebagai representasi dengan asumsi dan keterbatasan, bukan foto literal realitas. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa kemampuan substitusi rumus dianggap cukup untuk memahami laju. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk

data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti eksperimen laju, simulasi, dan tes empat tingkat dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi POE dan confidence rating. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

14.18.5 Bahasa Simbolik dan Matematis

Remediasi untuk strategi diagnosis dan remediasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat makroskopik, strategi diagnosis dan remediasi dipahami sebagai asesmen pola penalaran kinetika dan pembelajaran berbasis data, partikel, serta grafik. Simbol dan persamaan memadatkan hubungan kuantitatif, tetapi setiap tanda harus dihubungkan dengan makna fisisnya. Manipulasi aljabar tanpa interpretasi satuan, tanda, dan kondisi mudah menghasilkan jawaban benar secara kebetulan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa kemampuan substitusi rumus dianggap cukup untuk memahami laju. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti eksperimen laju, simulasi, dan tes empat tingkat dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi POE dan confidence rating. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi seluruh konsep kinetika. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

14.18.6 Koordinasi Antarrepresentasi

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa kemampuan substitusi rumus dianggap cukup untuk memahami laju. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti eksperimen laju, simulasi, dan tes empat tingkat dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi POE dan confidence rating. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi seluruh konsep kinetika. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk strategi diagnosis dan remediasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat submikroskopik, strategi diagnosis dan remediasi dipahami sebagai asesmen pola penalaran kinetika dan pembelajaran berbasis data, partikel, serta grafik. Pemahaman matang tampak ketika peserta didik dapat berpindah konsisten antara fenomena, partikel, simbol, grafik, dan bahasa verbal. Ketidakselarasan antarrepresentasi merupakan indikator penting adanya pengetahuan yang terfragmentasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

14.18.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk strategi diagnosis dan remediasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam representasi simbolik, strategi diagnosis dan remediasi dipahami sebagai asesmen pola penalaran kinetika dan pembelajaran berbasis data, partikel, serta grafik. Contoh positif perlu dipasangkan dengan noncontoh dan kasus batas supaya kategori tidak dibangun dari satu ciri

dangkal. Kasus batas menuntut peserta didik menjelaskan alasan, kondisi, dan tingkat idealisasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa kemampuan substitusi rumus dianggap cukup untuk memahami laju. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti eksperimen laju, simulasi, dan tes empat tingkat dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi POE dan confidence rating. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi seluruh konsep kinetika. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

14.18.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara diagnostik, strategi diagnosis dan remediasi dipahami sebagai asesmen pola penalaran kinetika dan pembelajaran berbasis data, partikel, serta grafik. Miskonsepsi inti biasanya masuk akal dari sudut pengalaman awal sehingga tidak efektif hanya diberi label salah. Guru perlu menemukan aturan intuitif yang digunakan dan menunjukkan di mana aturan itu gagal. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa kemampuan substitusi rumus dianggap cukup untuk memahami laju. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti eksperimen laju, simulasi, dan tes empat tingkat dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi POE dan confidence rating. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi seluruh konsep kinetika. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk strategi diagnosis dan remediasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

14.18.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif

Konteks seperti eksperimen laju, simulasi, dan tes empat tingkat dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi POE dan confidence rating. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi seluruh konsep kinetika. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk strategi diagnosis dan remediasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara epistemologis, strategi diagnosis dan remediasi dipahami sebagai asesmen pola penalaran kinetika dan pembelajaran berbasis data, partikel, serta grafik. Satu jawaban salah dapat muncul dari beberapa pola penalaran alternatif yang berbeda. Variasi respons perlu dipetakan berdasarkan alasan, representasi, dan tingkat keyakinan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa kemampuan substitusi rumus dianggap cukup untuk memahami laju. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

14.18.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk strategi diagnosis dan remediasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai

bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam konteks laboratorium, strategi diagnosis dan remediasi dipahami sebagai asesmen pola penalaran kinetika dan pembelajaran berbasis data, partikel, serta grafik. Bahasa sehari-hari sering menggunakan kata yang sama dengan makna berbeda dari terminologi ilmiah. Peralihan register bahasa harus diajarkan eksplisit agar istilah familiar tidak membawa asumsi yang keliru. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa kemampuan substitusi rumus dianggap cukup untuk memahami laju. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti eksperimen laju, simulasi, dan tes empat tingkat dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi POE dan confidence rating. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi seluruh konsep kinetika. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

14.18.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi

Ketika peserta didik memecahkan soal, strategi diagnosis dan remediasi dipahami sebagai asesmen pola penalaran kinetika dan pembelajaran berbasis data, partikel, serta grafik. Gambar dan analogi dapat membantu sekaligus menyesatkan bila fitur pemetaan dan batasnya tidak dijelaskan. Peserta didik perlu diminta menyebut bagian analogi yang sesuai dan yang tidak sesuai. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa kemampuan substitusi rumus dianggap cukup untuk memahami laju. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk

data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti eksperimen laju, simulasi, dan tes empat tingkat dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi POE dan confidence rating. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi seluruh konsep kinetika. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk strategi diagnosis dan remediasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

14.18.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi seluruh konsep kinetika. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk strategi diagnosis dan remediasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Untuk mencegah hafalan tanpa makna, strategi diagnosis dan remediasi dipahami sebagai asesmen pola penalaran kinetika dan pembelajaran berbasis data, partikel, serta grafik. Urutan buku teks, penyederhanaan guru, dan latihan algoritmik dapat memperkuat miskonsepsi secara tidak sengaja. Audit representasi dan bahasa pengajaran diperlukan sebelum menyalahkan peserta didik. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa kemampuan substitusi rumus dianggap cukup untuk memahami laju. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti eksperimen laju, simulasi, dan tes empat tingkat dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi POE dan confidence rating. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

14.18.13 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka

Remediasi untuk strategi diagnosis dan remediasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan

membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam pembelajaran kimia SMA, strategi diagnosis dan remediasi dipahami sebagai asesmen pola penalaran kinetika dan pembelajaran berbasis data, partikel, serta grafik. Pertanyaan terbuka harus memancing prediksi, alasan, bukti, dan penjelasan mekanistik. Respons tertulis sebaiknya ditindaklanjuti dengan pertanyaan klarifikasi singkat. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa kemampuan substitusi rumus dianggap cukup untuk memahami laju. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti eksperimen laju, simulasi, dan tes empat tingkat dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi POE dan confidence rating. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi seluruh konsep kinetika. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

14.18.14 *Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan*

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa kemampuan substitusi rumus dianggap cukup untuk memahami laju. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti eksperimen laju, simulasi, dan tes empat tingkat dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi POE dan confidence rating. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi seluruh konsep kinetika. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk strategi diagnosis dan remediasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dari sudut pandang pedagogical content knowledge, strategi diagnosis dan remediasi dipahami sebagai asesmen pola penalaran kinetika dan pembelajaran berbasis data, partikel, serta grafik. Tes bertingkat memisahkan pilihan jawaban, alasan, dan keyakinan sehingga tebakan dapat

dibedakan dari pemahaman. Distraktor harus berasal dari pola konsepsi yang benar-benar ditemukan dalam wawancara atau literatur. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

14.18.15 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk strategi diagnosis dan remediasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat makroskopik, strategi diagnosis dan remediasi dipahami sebagai asesmen pola penalaran kinetika dan pembelajaran berbasis data, partikel, serta grafik. Tugas menggambar dan Predict-Observe-Explain mengungkap hubungan antara model mental dan fenomena. Perbedaan prediksi dan observasi tidak otomatis mengubah konsep tanpa fase penjelasan dan rekonsiliasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa kemampuan substitusi rumus dianggap cukup untuk memahami laju. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti eksperimen laju, simulasi, dan tes empat tingkat dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi POE dan confidence rating. Hubungan ini tidak bersifat

otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi seluruh konsep kinetika. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

14.18.16 Analisis Respons dan Peta Bukti

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat submikroskopik, strategi diagnosis dan remediasi dipahami sebagai asesmen pola penalaran kinetika dan pembelajaran berbasis data, partikel, serta grafik. Analisis respons perlu menggunakan peta bukti, bukan keputusan berdasarkan satu butir. Konsistensi lintas konteks, representasi, dan waktu menentukan kuat-lemahnya klaim diagnostik. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa kemampuan substitusi rumus dianggap cukup untuk memahami laju. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti eksperimen laju, simulasi, dan tes empat tingkat dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi POE dan confidence rating. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi seluruh konsep kinetika. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk strategi diagnosis dan remediasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

14.18.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah

Konteks seperti eksperimen laju, simulasi, dan tes empat tingkat dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi POE dan confidence rating. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi seluruh konsep kinetika. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk strategi diagnosis dan remediasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai

bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam representasi simbolik, strategi diagnosis dan remediasi dipahami sebagai asesmen pola penalaran kinetika dan pembelajaran berbasis data, partikel, serta grafik. Konflik kognitif efektif bila anomali dipahami, relevan, dan diikuti model alternatif yang lebih produktif. Kejutan tanpa dukungan dapat membuat peserta didik mengabaikan data atau menghafal pengecualian. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa kemampuan substitusi rumus dianggap cukup untuk memahami laju. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

14.18.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk strategi diagnosis dan remediasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara diagnostik, strategi diagnosis dan remediasi dipahami sebagai asesmen pola penalaran kinetika dan pembelajaran berbasis data, partikel, serta grafik. Representasi majemuk harus dikoordinasikan, bukan sekadar ditampilkan berdampingan. Prompt penghubung perlu menanyakan apa yang tetap, berubah, dan diwakili pada setiap bentuk. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa kemampuan substitusi rumus dianggap cukup untuk memahami laju. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti eksperimen laju, simulasi, dan tes empat tingkat dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi POE dan confidence rating. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi seluruh konsep kinetika. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

14.18.19 Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif

Secara epistemologis, strategi diagnosis dan remediasi dipahami sebagai asesmen pola penalaran kinetika dan pembelajaran berbasis data, partikel, serta grafik. Praktikum, simulasi, dan argumentasi memberi ruang untuk menguji klaim dengan data. Kegiatan harus dirancang agar variabel, prediksi, ketidakpastian, dan batas model dibahas secara eksplisit. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa kemampuan substitusi rumus dianggap cukup untuk memahami laju. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti eksperimen laju, simulasi, dan tes empat tingkat dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi POE dan confidence rating. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi seluruh konsep kinetika. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk strategi diagnosis dan remediasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

14.18.20 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi seluruh konsep kinetika. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk strategi diagnosis dan remediasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan

membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam konteks laboratorium, strategi diagnosis dan remediasi dipahami sebagai asesmen pola penalaran kinetika dan pembelajaran berbasis data, partikel, serta grafik. Perubahan konseptual dinilai melalui transfer ke masalah baru dan retensi setelah jeda waktu. Tindak lanjut harus membedakan penguasaan prosedur dari kemampuan menjelaskan dan mengevaluasi bukti. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa kemampuan substitusi rumus dianggap cukup untuk memahami laju. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti eksperimen laju, simulasi, dan tes empat tingkat dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi POE dan confidence rating. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Ringkasan Diagnostik 14.18

- Konsep sasaran: asesmen pola penalaran kinetika dan pembelajaran berbasis data, partikel, serta grafik.
- Miskonsepsi prioritas: kemampuan substitusi rumus dianggap cukup untuk memahami laju.
- Representasi minimum: fenomena eksperimen laju, simulasi, dan tes empat tingkat, model partikel, dan simbol POE dan confidence rating.
- Bukti minimum: satu pertanyaan terbuka, satu butir bertingkat, satu tugas representasi, dan satu konteks transfer.
- Keputusan pedagogis: remediasi didasarkan pada pola alasan dan keyakinan, bukan pada skor tunggal.

14.19 Sintesis Bab

Sintesis Bab 14 menegaskan bahwa konsep-konsep di dalamnya saling bergantung. Miskonsepsi yang tampak lokal sering berakar pada ketidakmampuan mengoordinasikan tingkat makroskopik, submikroskopik, simbolik, grafik, dan matematis. Karena itu, diagnosis perlu lintas representasi dan remediasi perlu menggabungkan bukti empiris, model, argumentasi, serta

refleksi metakognitif. Perubahan konseptual dinilai melalui konsistensi alasan, transfer, dan retensi, bukan hanya peningkatan skor segera setelah pembelajaran.

Sintesis Bab 14 menegaskan bahwa konsep-konsep di dalamnya saling bergantung. Miskonsepsi yang tampak lokal sering berakar pada ketidakmampuan mengoordinasikan tingkat makroskopik, submikroskopik, simbolik, grafik, dan matematis. Karena itu, diagnosis perlu lintas representasi dan remediasi perlu menggabungkan bukti empiris, model, argumentasi, serta refleksi metakognitif. Perubahan konseptual dinilai melalui konsistensi alasan, transfer, dan retensi, bukan hanya peningkatan skor segera setelah pembelajaran.

Sintesis Bab 14 menegaskan bahwa konsep-konsep di dalamnya saling bergantung. Miskonsepsi yang tampak lokal sering berakar pada ketidakmampuan mengoordinasikan tingkat makroskopik, submikroskopik, simbolik, grafik, dan matematis. Karena itu, diagnosis perlu lintas representasi dan remediasi perlu menggabungkan bukti empiris, model, argumentasi, serta refleksi metakognitif. Perubahan konseptual dinilai melalui konsistensi alasan, transfer, dan retensi, bukan hanya peningkatan skor segera setelah pembelajaran.

Sintesis Bab 14 menegaskan bahwa konsep-konsep di dalamnya saling bergantung. Miskonsepsi yang tampak lokal sering berakar pada ketidakmampuan mengoordinasikan tingkat makroskopik, submikroskopik, simbolik, grafik, dan matematis. Karena itu, diagnosis perlu lintas representasi dan remediasi perlu menggabungkan bukti empiris, model, argumentasi, serta refleksi metakognitif. Perubahan konseptual dinilai melalui konsistensi alasan, transfer, dan retensi, bukan hanya peningkatan skor segera setelah pembelajaran.

Sintesis Bab 14 menegaskan bahwa konsep-konsep di dalamnya saling bergantung. Miskonsepsi yang tampak lokal sering berakar pada ketidakmampuan mengoordinasikan tingkat makroskopik, submikroskopik, simbolik, grafik, dan matematis. Karena itu, diagnosis perlu lintas representasi dan remediasi perlu menggabungkan bukti empiris, model, argumentasi, serta refleksi metakognitif. Perubahan konseptual dinilai melalui konsistensi alasan, transfer, dan retensi, bukan hanya peningkatan skor segera setelah pembelajaran.

Sintesis Bab 14 menegaskan bahwa konsep-konsep di dalamnya saling bergantung. Miskonsepsi yang tampak lokal sering berakar pada ketidakmampuan mengoordinasikan tingkat makroskopik, submikroskopik, simbolik, grafik, dan matematis. Karena itu, diagnosis perlu lintas representasi dan remediasi perlu menggabungkan bukti empiris, model, argumentasi, serta refleksi metakognitif. Perubahan konseptual dinilai melalui konsistensi alasan, transfer, dan retensi, bukan hanya peningkatan skor segera setelah pembelajaran.

Sintesis Bab 14 menegaskan bahwa konsep-konsep di dalamnya saling bergantung. Miskonsepsi yang tampak lokal sering berakar pada ketidakmampuan mengoordinasikan tingkat makroskopik, submikroskopik, simbolik, grafik, dan matematis. Karena itu, diagnosis perlu lintas representasi dan remediasi perlu menggabungkan bukti empiris, model, argumentasi, serta refleksi metakognitif. Perubahan konseptual dinilai melalui konsistensi alasan, transfer, dan retensi, bukan hanya peningkatan skor segera setelah pembelajaran.

Sintesis Bab 14 menegaskan bahwa konsep-konsep di dalamnya saling bergantung. Miskonsepsi yang tampak lokal sering berakar pada ketidakmampuan mengoordinasikan tingkat

makroskopik, submikroskopik, simbolik, grafik, dan matematis. Karena itu, diagnosis perlu lintas representasi dan remediasi perlu menggabungkan bukti empiris, model, argumentasi, serta refleksi metakognitif. Perubahan konseptual dinilai melalui konsistensi alasan, transfer, dan retensi, bukan hanya peningkatan skor segera setelah pembelajaran.

Sintesis Bab 14 menegaskan bahwa konsep-konsep di dalamnya saling bergantung. Miskonsepsi yang tampak lokal sering berakar pada ketidakmampuan mengkoordinasikan tingkat makroskopik, submikroskopik, simbolik, grafik, dan matematis. Karena itu, diagnosis perlu lintas representasi dan remediasi perlu menggabungkan bukti empiris, model, argumentasi, serta refleksi metakognitif. Perubahan konseptual dinilai melalui konsistensi alasan, transfer, dan retensi, bukan hanya peningkatan skor segera setelah pembelajaran.

Sintesis Bab 14 menegaskan bahwa konsep-konsep di dalamnya saling bergantung. Miskonsepsi yang tampak lokal sering berakar pada ketidakmampuan mengkoordinasikan tingkat makroskopik, submikroskopik, simbolik, grafik, dan matematis. Karena itu, diagnosis perlu lintas representasi dan remediasi perlu menggabungkan bukti empiris, model, argumentasi, serta refleksi metakognitif. Perubahan konseptual dinilai melalui konsistensi alasan, transfer, dan retensi, bukan hanya peningkatan skor segera setelah pembelajaran.

Daftar Pustaka Bab 14

- Atkins, P., de Paula, J., & Keeler, J. (2018). *Atkins' Physical Chemistry* (11th ed.). Oxford University Press.
- Brown, T. L., LeMay, H. E., Bursten, B. E., Murphy, C. J., Woodward, P. M., & Stoltzfus, M. W. (2018). *Chemistry: The Central Science* (14th ed.). Pearson.
- Flowers, P., Theopold, K., Langley, R., & Robinson, W. R. (2019). *Chemistry 2e*. OpenStax, Rice University. <https://openstax.org/details/books/chemistry-2e>
- IUPAC. (2025). *Compendium of Chemical Terminology (the Gold Book)*, 5th ed. <https://goldbook.iupac.org/>
- NIST. (2026). *NIST Chemistry WebBook, SRD 69*. <https://webbook.nist.gov/chemistry/>
- Johnstone, A. H. (1991). Why is science difficult to learn? Things are seldom what they seem. *Journal of Computer Assisted Learning*, 7(2), 75-83. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2729.1991.tb00230.x>
- Garnett, P. J., Garnett, P. J., & Hackling, M. W. (1995). Students' alternative conceptions in chemistry: A review of research and implications for teaching and learning. *Studies in Science Education*, 25(1), 69-96. <https://doi.org/10.1080/03057269508560003>
- Taber, K. S. (2002). *Chemical Misconceptions: Prevention, Diagnosis and Cure*. Royal Society of Chemistry.
- Kind, V. (2004). *Beyond Appearances: Students' Misconceptions about Basic Chemical Ideas* (2nd ed.). Royal Society of Chemistry.
- Treagust, D. F. (1988). Development and use of diagnostic tests to evaluate students' misconceptions in science. *International Journal of Science Education*, 10(2), 159-169. <https://doi.org/10.1080/0950069880100204>
- Driver, R., Squires, A., Rushworth, P., & Wood-Robinson, V. (1994). *Making Sense of Secondary Science*. Routledge.

AAAS Project 2061. (2009). Benchmarks for Science Literacy: Common student ideas and learning difficulties. <https://www.project2061.org/publications/bsl/online/>

Banerjee, A. C. (1991). Misconceptions of students and teachers in chemical equilibrium. *International Journal of Science Education*, 13(4), 487-494. <https://doi.org/10.1080/0950069910130411>

Voska, K. W., & Heikkinen, H. W. (2000). Identification and analysis of student conceptions used to solve chemical equilibrium problems. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(2), 160-176. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-2736\(200002\)37:2<160::AID-TEA5>3.0.CO;2-K](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-2736(200002)37:2<160::AID-TEA5>3.0.CO;2-K)

Thomas, P. L., & Schwenz, R. W. (1998). College physical chemistry students' conceptions of equilibrium and fundamental thermodynamics. *Journal of Research in Science Teaching*, 35(10), 1151-1160. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-2736\(199812\)35:10<1151::AID-TEA6>3.0.CO;2-K](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-2736(199812)35:10<1151::AID-TEA6>3.0.CO;2-K)

Cakmakci, G. (2010). Identifying alternative conceptions of chemical kinetics among secondary school and undergraduate students in Turkey. *Journal of Chemical Education*, 87(4), 449-455. <https://doi.org/10.1021/ed8001336>

Chemistry LibreTexts. (2026). General Chemistry collections: thermochemistry, kinetics, equilibrium, and acid-base chemistry. <https://chem.libretexts.org/>

IUPAC. (1996). A glossary of terms used in chemical kinetics, including reaction dynamics. *Pure and Applied Chemistry*, 68(1), 149-192. <https://doi.org/10.1351/pac199668010149>

IUPAC. (2007). Glossary of terms used in physical organic chemistry. *Pure and Applied Chemistry*. <https://doi.org/10.1351/goldbook>

National Research Council. (2012). A Framework for K-12 Science Education. National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/13165>

BAB 15

MISKONSEPSI TENTANG KESETIMBANGAN KIMIA

Pengantar Bab

Bab ini mengkaji miskonsepsi pada kesetimbangan kimia. Pembahasan menghubungkan fenomena yang dapat diamati, model submikroskopik, bahasa simbolik-matematis, pola penalaran alternatif, sumber pembentukan miskonsepsi, bukti diagnosis, dan rancangan perubahan konseptual. Setiap subbab dikembangkan secara berkesinambungan tanpa pemisahan halaman yang tidak perlu; halaman baru diwajibkan hanya pada pergantian bab. Fokus utama adalah membedakan pengetahuan konseptual dari keberhasilan algoritmik serta memastikan bahwa interpretasi tanda, grafik, persamaan, dan model partikel tetap konsisten.

Bab ini mengkaji miskonsepsi pada kesetimbangan kimia. Pembahasan menghubungkan fenomena yang dapat diamati, model submikroskopik, bahasa simbolik-matematis, pola penalaran alternatif, sumber pembentukan miskonsepsi, bukti diagnosis, dan rancangan perubahan konseptual. Setiap subbab dikembangkan secara berkesinambungan tanpa pemisahan halaman yang tidak perlu; halaman baru diwajibkan hanya pada pergantian bab. Fokus utama adalah membedakan pengetahuan konseptual dari keberhasilan algoritmik serta memastikan bahwa interpretasi tanda, grafik, persamaan, dan model partikel tetap konsisten.

Bab ini mengkaji miskonsepsi pada kesetimbangan kimia. Pembahasan menghubungkan fenomena yang dapat diamati, model submikroskopik, bahasa simbolik-matematis, pola penalaran alternatif, sumber pembentukan miskonsepsi, bukti diagnosis, dan rancangan perubahan konseptual. Setiap subbab dikembangkan secara berkesinambungan tanpa pemisahan halaman yang tidak perlu; halaman baru diwajibkan hanya pada pergantian bab. Fokus utama adalah membedakan pengetahuan konseptual dari keberhasilan algoritmik serta memastikan bahwa interpretasi tanda, grafik, persamaan, dan model partikel tetap konsisten.

Peta Konseptual dan Alur Pembahasan

Alur bab bergerak dari definisi dan prasyarat menuju representasi, miskonsepsi, sumber, diagnosis, remediasi, serta transfer-retensi. Hubungan antarsubbab diperlakukan sebagai jejaring: konsep awal berfungsi sebagai prasyarat bagi konsep berikutnya, sedangkan strategi diagnosis dan remediasi mensintesis seluruh jejaring tersebut.

15.1 Reaksi Reversibel

Subbab ini memusatkan perhatian pada reaksi reversibel sebagai bagian dari jejaring konsep bab. Tujuannya adalah membangun definisi yang presisi, mengidentifikasi batas penerapan, mengungkap pola miskonsepsi, dan menyediakan perangkat diagnosis serta remediasi yang dapat diterapkan di kelas XI.

15.1.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa panah bolak-balik dianggap berarti reaksi bergantian arah secara periodik. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti esterifikasi dan sistem gas berwarna dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\rightleftharpoons$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi reaksi kimia dan stoikiometri. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh

Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk reaksi reversibel perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dari sudut pandang pedagogical content knowledge, reaksi reversibel dipahami sebagai reaksi yang dapat berlangsung maju dan balik pada kondisi yang sama melalui proses molekuler. Penjelasan harus dimulai dari definisi yang dapat dioperasionalkan dalam pengamatan, perhitungan, dan komunikasi ilmiah. Batas konsep perlu dinyatakan agar istilah yang berdekatan tidak saling dipertukarkan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

15.1.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk reaksi reversibel perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat makroskopik, reaksi reversibel dipahami sebagai reaksi yang dapat berlangsung maju dan balik pada kondisi yang sama melalui proses molekuler. Konsep ini berada dalam jejaring pengetahuan, bukan unit hafalan yang berdiri sendiri. Prasyarat yang rapuh akan membuat peserta didik menggunakan aturan permukaan sebagai pengganti penalaran. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa panah bolak-balik dianggap berarti reaksi bergantian arah secara periodik. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti esterifikasi dan sistem gas berwarna dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\rightleftharpoons$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi reaksi kimia dan stoikiometri. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

15.1.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat submikroskopik, reaksi reversibel dipahami sebagai reaksi yang dapat berlangsung maju dan balik pada kondisi yang sama melalui proses molekuler. Fenomena makroskopik berfungsi sebagai sumber bukti, tetapi tidak dengan sendirinya menjelaskan mekanisme. Pengamatan harus dipisahkan dari inferensi agar peserta didik tidak menganggap kesan inderawi sebagai definisi ilmiah. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa panah bolak-balik dianggap berarti reaksi bergantian arah secara periodik. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau

bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti esterifikasi dan sistem gas berwarna dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\rightleftharpoons$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi reaksi kimia dan stoikiometri. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk reaksi reversibel perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

15.1.4 Model Submikroskopik

Konteks seperti esterifikasi dan sistem gas berwarna dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\rightleftharpoons$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi reaksi kimia dan stoikiometri. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk reaksi reversibel perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam representasi simbolik, reaksi reversibel dipahami sebagai reaksi yang dapat berlangsung maju dan balik pada kondisi yang sama melalui proses molekuler. Model submikroskopik menjelaskan perilaku partikel, interaksi, distribusi, dan perubahan yang tidak tampak langsung. Model harus disebut sebagai representasi dengan asumsi dan keterbatasan, bukan foto literal realitas. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa panah bolak-balik dianggap berarti reaksi bergantian arah secara periodik. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

15.1.5 Bahasa Simbolik dan Matematis

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk reaksi reversibel perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan

membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara diagnostik, reaksi reversibel dipahami sebagai reaksi yang dapat berlangsung maju dan balik pada kondisi yang sama melalui proses molekuler. Simbol dan persamaan memadatkan hubungan kuantitatif, tetapi setiap tanda harus dihubungkan dengan makna fisisnya. Manipulasi aljabar tanpa interpretasi satuan, tanda, dan kondisi mudah menghasilkan jawaban benar secara kebetulan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa panah bolak-balik dianggap berarti reaksi bergantian arah secara periodik. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti esterifikasi dan sistem gas berwarna dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\rightleftharpoons$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi reaksi kimia dan stoikiometri. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

15.1.6 Koordinasi Antarrepresentasi

Secara epistemologis, reaksi reversibel dipahami sebagai reaksi yang dapat berlangsung maju dan balik pada kondisi yang sama melalui proses molekuler. Pemahaman matang tampak ketika peserta didik dapat berpindah konsisten antara fenomena, partikel, simbol, grafik, dan bahasa verbal. Ketidakselarasan antarrepresentasi merupakan indikator penting adanya pengetahuan

yang terfragmentasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa panah bolak-balik dianggap berarti reaksi bergantian arah secara periodik. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti esterifikasi dan sistem gas berwarna dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\rightleftharpoons$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi reaksi kimia dan stoikiometri. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk reaksi reversibel perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

15.1.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi reaksi kimia dan stoikiometri. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk reaksi reversibel perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam konteks laboratorium, reaksi reversibel dipahami sebagai reaksi yang dapat berlangsung maju dan balik pada kondisi yang sama melalui proses molekuler. Contoh positif perlu dipasangkan dengan noncontoh dan kasus batas supaya kategori tidak dibangun dari satu ciri dangkal. Kasus batas menuntut peserta didik menjelaskan alasan, kondisi, dan tingkat idealisasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa panah bolak-balik dianggap berarti reaksi bergantian arah secara periodik. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti esterifikasi dan sistem gas berwarna dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan

kemudian ke representasi $\Rightarrow$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

15.1.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul

Remediasi untuk reaksi reversibel perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Ketika peserta didik memecahkan soal, reaksi reversibel dipahami sebagai reaksi yang dapat berlangsung maju dan balik pada kondisi yang sama melalui proses molekuler. Miskonsepsi inti biasanya masuk akal dari sudut pengalaman awal sehingga tidak efektif hanya diberi label salah. Guru perlu menemukan aturan intuitif yang digunakan dan menunjukkan di mana aturan itu gagal. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa panah bolak-balik dianggap berarti reaksi bergantian arah secara periodik. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti esterifikasi dan sistem gas berwarna dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\Rightarrow$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi reaksi kimia dan stoikiometri. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh

Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

15.1.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa panah bolak-balik dianggap berarti reaksi bergantian arah secara periodik. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti esterifikasi dan sistem gas berwarna dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\rightleftharpoons$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi reaksi kimia dan stoikiometri. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk reaksi reversibel perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Untuk mencegah hafalan tanpa makna, reaksi reversibel dipahami sebagai reaksi yang dapat berlangsung maju dan balik pada kondisi yang sama melalui proses molekuler. Satu jawaban salah dapat muncul dari beberapa pola penalaran alternatif yang berbeda. Variasi respons perlu dipetakan berdasarkan alasan, representasi, dan tingkat keyakinan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

15.1.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk reaksi reversibel perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam pembelajaran kimia SMA, reaksi reversibel dipahami sebagai reaksi yang dapat berlangsung maju dan balik pada kondisi yang sama melalui proses molekuler. Bahasa sehari-hari sering menggunakan kata yang sama dengan makna berbeda dari terminologi ilmiah. Peralihan register bahasa harus diajarkan eksplisit agar istilah familiar tidak membawa asumsi yang keliru. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa panah bolak-balik dianggap berarti reaksi bergantian arah secara periodik. Anggapan tersebut dapat bertahan karena

memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti esterifikasi dan sistem gas berwarna dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\rightleftharpoons$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi reaksi kimia dan stoikiometri. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

15.1.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dari sudut pandang pedagogical content knowledge, reaksi reversibel dipahami sebagai reaksi yang dapat berlangsung maju dan balik pada kondisi yang sama melalui proses molekuler. Gambar dan analogi dapat membantu sekaligus menyesatkan bila fitur pemetaan dan batasnya tidak dijelaskan. Peserta didik perlu diminta menyebut bagian analogi yang sesuai dan yang tidak sesuai. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa panah bolak-balik dianggap berarti reaksi bergantian arah secara periodik. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti esterifikasi dan sistem gas berwarna dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\rightleftharpoons$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi reaksi kimia dan stoikiometri. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk reaksi reversibel perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

15.1.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran

Konteks seperti esterifikasi dan sistem gas berwarna dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\rightleftharpoons$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi reaksi kimia dan stoikiometri. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk reaksi reversibel perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat makroskopik, reaksi reversibel dipahami sebagai reaksi yang dapat berlangsung maju dan balik pada kondisi yang sama melalui proses molekuler. Urutan buku teks, penyederhanaan guru, dan latihan algoritmik dapat memperkuat miskonsepsi secara tidak sengaja. Audit representasi dan bahasa pengajaran diperlukan sebelum menyalahkan peserta didik. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa panah bolak-balik dianggap berarti reaksi bergantian arah secara periodik. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

15.1.13 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk reaksi reversibel perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat submikroskopik, reaksi reversibel dipahami sebagai reaksi yang dapat berlangsung maju dan balik pada kondisi yang sama melalui proses molekuler. Pertanyaan terbuka harus memancing prediksi, alasan, bukti, dan penjelasan mekanistik. Respons tertulis sebaiknya ditindaklanjuti dengan pertanyaan klarifikasi singkat. Pembahasan harus terus menegaskan

bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa panah bolak-balik dianggap berarti reaksi bergantian arah secara periodik. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti esterifikasi dan sistem gas berwarna dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\rightleftharpoons$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi reaksi kimia dan stoikiometri. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

15.1.14 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan

Dalam representasi simbolik, reaksi reversibel dipahami sebagai reaksi yang dapat berlangsung maju dan balik pada kondisi yang sama melalui proses molekuler. Tes bertingkat memisahkan pilihan jawaban, alasan, dan keyakinan sehingga tebakan dapat dibedakan dari pemahaman. Distraktor harus berasal dari pola konsepsi yang benar-benar ditemukan dalam wawancara atau literatur. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa panah bolak-balik dianggap berarti reaksi bergantian arah secara periodik. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti esterifikasi dan sistem gas berwarna dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\rightleftharpoons$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu

menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi reaksi kimia dan stoikiometri. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk reaksi reversibel perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

15.1.15 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi reaksi kimia dan stoikiometri. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk reaksi reversibel perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara diagnostik, reaksi reversibel dipahami sebagai reaksi yang dapat berlangsung maju dan balik pada kondisi yang sama melalui proses molekuler. Tugas menggambar dan Predict-Observe-Explain mengungkap hubungan antara model mental dan fenomena. Perbedaan prediksi dan observasi tidak otomatis mengubah konsep tanpa fase penjelasan dan rekonsiliasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa panah bolak-balik dianggap berarti reaksi bergantian arah secara periodik. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti esterifikasi dan sistem gas berwarna dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\rightleftharpoons$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

15.1.16 Analisis Respons dan Peta Bukti

Remediasi untuk reaksi reversibel perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai

bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara epistemologis, reaksi reversibel dipahami sebagai reaksi yang dapat berlangsung maju dan balik pada kondisi yang sama melalui proses molekuler. Analisis respons perlu menggunakan peta bukti, bukan keputusan berdasarkan satu butir. Konsistensi lintas konteks, representasi, dan waktu menentukan kuat-lemahnya klaim diagnostik. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa panah bolak-balik dianggap berarti reaksi bergantian arah secara periodik. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti esterifikasi dan sistem gas berwarna dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\rightleftharpoons$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi reaksi kimia dan stoikiometri. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

15.1.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa panah bolak-balik dianggap berarti reaksi bergantian arah secara periodik. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau

bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti esterifikasi dan sistem gas berwarna dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\Rightarrow$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi reaksi kimia dan stoikiometri. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk reaksi reversibel perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam konteks laboratorium, reaksi reversibel dipahami sebagai reaksi yang dapat berlangsung maju dan balik pada kondisi yang sama melalui proses molekuler. Konflik kognitif efektif bila anomali dipahami, relevan, dan diikuti model alternatif yang lebih produktif. Kejutan tanpa dukungan dapat membuat peserta didik mengabaikan data atau menghafal pengecualian. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

15.1.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk reaksi reversibel perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Ketika peserta didik memecahkan soal, reaksi reversibel dipahami sebagai reaksi yang dapat berlangsung maju dan balik pada kondisi yang sama melalui proses molekuler. Representasi majemuk harus dikoordinasikan, bukan sekadar ditampilkan berdampingan. Prompt penghubung perlu menanyakan apa yang tetap, berubah, dan diwakili pada setiap bentuk. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa panah bolak-balik dianggap berarti reaksi bergantian arah secara periodik. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti esterifikasi dan sistem gas berwarna dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\rightleftharpoons$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi reaksi kimia dan stoikiometri. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat

untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

15.1.19 Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Untuk mencegah hafalan tanpa makna, reaksi reversibel dipahami sebagai reaksi yang dapat berlangsung maju dan balik pada kondisi yang sama melalui proses molekuler. Praktikum, simulasi, dan argumentasi memberi ruang untuk menguji klaim dengan data. Kegiatan harus dirancang agar variabel, prediksi, ketidakpastian, dan batas model dibahas secara eksplisit. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa panah bolak-balik dianggap berarti reaksi bergantian arah secara periodik. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti esterifikasi dan sistem gas berwarna dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\rightleftharpoons$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi reaksi kimia dan stoikiometri. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya,

jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk reaksi reversibel perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

15.1.20 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut

Konteks seperti esterifikasi dan sistem gas berwarna dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\rightleftharpoons$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi reaksi kimia dan stoikiometri. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk reaksi reversibel perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam pembelajaran kimia SMA, reaksi reversibel dipahami sebagai reaksi yang dapat berlangsung maju dan balik pada kondisi yang sama melalui proses molekuler. Perubahan konseptual dinilai melalui transfer ke masalah baru dan retensi setelah jeda waktu. Tindak lanjut harus membedakan penguasaan prosedur dari kemampuan menjelaskan dan mengevaluasi bukti. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa panah bolak-balik dianggap berarti reaksi bergantian arah secara periodik. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Ringkasan Diagnostik 15.1

- Konsep sasaran: reaksi yang dapat berlangsung maju dan balik pada kondisi yang sama melalui proses molekuler.
- Miskonsepsi prioritas: panah bolak-balik dianggap berarti reaksi bergantian arah secara periodik.
- Representasi minimum: fenomena esterifikasi dan sistem gas berwarna, model partikel, dan simbol $\rightleftharpoons$.
- Bukti minimum: satu pertanyaan terbuka, satu butir bertingkat, satu tugas representasi, dan satu konteks transfer.
- Keputusan pedagogis: remediasi didasarkan pada pola alasan dan keyakinan, bukan pada skor tunggal.

15.2 Keseimbangan Dinamis

Subbab ini memusatkan perhatian pada keseimbangan dinamis sebagai bagian dari jejaring konsep bab. Tujuannya adalah membangun definisi yang presisi, mengidentifikasi batas penerapan, mengungkap pola miskonsepsi, dan menyediakan perangkat diagnosis serta remediasi yang dapat diterapkan di kelas XI.

15.2.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep

Konteks seperti penguapan-pengembunan dalam wadah tertutup dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $v_{\text{maju}} = v_{\text{balik}}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi laju reaksi dan sistem tertutup. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk kesetimbangan dinamis perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat makroskopik, kesetimbangan dinamis dipahami sebagai keadaan makroskopik stabil yang dipertahankan oleh proses maju dan balik yang terus berlangsung. Penjelasan harus dimulai dari definisi yang dapat dioperasionalkan dalam pengamatan, perhitungan, dan komunikasi ilmiah. Batas konsep perlu dinyatakan agar istilah yang berdekatan tidak saling dipertukarkan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa kesetimbangan dianggap berhentinya reaksi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

15.2.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk kesetimbangan dinamis perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan

membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat submikroskopik, kesetimbangan dinamis dipahami sebagai keadaan makroskopik stabil yang dipertahankan oleh proses maju dan balik yang terus berlangsung. Konsep ini berada dalam jejaring pengetahuan, bukan unit hafalan yang berdiri sendiri. Prasyarat yang rapuh akan membuat peserta didik menggunakan aturan permukaan sebagai pengganti penalaran. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa kesetimbangan dianggap berhentinya reaksi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti penguapan-pengembunan dalam wadah tertutup dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $v_{\text{maju}} = v_{\text{balik}}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi laju reaksi dan sistem tertutup. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

15.2.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan

Dalam representasi simbolik, kesetimbangan dinamis dipahami sebagai keadaan makroskopik stabil yang dipertahankan oleh proses maju dan balik yang terus berlangsung. Fenomena makroskopik berfungsi sebagai sumber bukti, tetapi tidak dengan sendirinya menjelaskan mekanisme. Pengamatan harus dipisahkan dari inferensi agar peserta didik tidak menganggap

kesan inderawi sebagai definisi ilmiah. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa kesetimbangan dianggap berhentinya reaksi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti penguapan-pengembunan dalam wadah tertutup dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $v_{\text{maju}} = v_{\text{balik}}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi laju reaksi dan sistem tertutup. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk kesetimbangan dinamis perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

15.2.4 Model Submikroskopik

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi laju reaksi dan sistem tertutup. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk kesetimbangan dinamis perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara diagnostik, kesetimbangan dinamis dipahami sebagai keadaan makroskopik stabil yang dipertahankan oleh proses maju dan balik yang terus berlangsung. Model submikroskopik menjelaskan perilaku partikel, interaksi, distribusi, dan perubahan yang tidak tampak langsung. Model harus disebut sebagai representasi dengan asumsi dan keterbatasan, bukan foto literal realitas. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa kesetimbangan dianggap berhentinya reaksi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti penguapan-pengembunan dalam wadah tertutup dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model

partikel dan kemudian ke representasi $v_{\text{maju}}=v_{\text{balik}}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

15.2.5 Bahasa Simbolik dan Matematis

Remediasi untuk kesetimbangan dinamis perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara epistemologis, kesetimbangan dinamis dipahami sebagai keadaan makroskopik stabil yang dipertahankan oleh proses maju dan balik yang terus berlangsung. Simbol dan persamaan memadatkan hubungan kuantitatif, tetapi setiap tanda harus dihubungkan dengan makna fisisnya. Manipulasi aljabar tanpa interpretasi satuan, tanda, dan kondisi mudah menghasilkan jawaban benar secara kebetulan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa kesetimbangan dianggap berhentinya reaksi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti penguapan-pengembunan dalam wadah tertutup dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $v_{\text{maju}}=v_{\text{balik}}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi laju reaksi dan sistem tertutup. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh

Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

15.2.6 Koordinasi Antarrepresentasi

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa kesetimbangan dianggap berhentinya reaksi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti penguapan-pengembunan dalam wadah tertutup dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $v_{\text{maju}} = v_{\text{balik}}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi laju reaksi dan sistem tertutup. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk kesetimbangan dinamis perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam konteks laboratorium, kesetimbangan dinamis dipahami sebagai keadaan makroskopik stabil yang dipertahankan oleh proses maju dan balik yang terus berlangsung. Pemahaman matang tampak ketika peserta didik dapat berpindah konsisten antara fenomena, partikel, simbol, grafik, dan bahasa verbal. Ketidakselarasan antarrepresentasi merupakan indikator penting adanya pengetahuan yang terfragmentasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

15.2.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk kesetimbangan dinamis perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Ketika peserta didik memecahkan soal, kesetimbangan dinamis dipahami sebagai keadaan makroskopik stabil yang dipertahankan oleh proses maju dan balik yang terus berlangsung. Contoh positif perlu dipasangkan dengan noncontoh dan kasus batas supaya kategori tidak dibangun dari satu ciri dangkal. Kasus batas menuntut peserta didik menjelaskan alasan, kondisi, dan tingkat idealisasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa kesetimbangan dianggap berhentinya reaksi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti penguapan-pengembunan dalam wadah tertutup dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $v_{\text{maju}} = v_{\text{balik}}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi laju reaksi dan sistem tertutup. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

15.2.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Untuk mencegah hafalan tanpa makna, kesetimbangan dinamis dipahami sebagai keadaan makroskopik stabil yang dipertahankan oleh proses maju dan balik yang terus berlangsung. Miskonsepsi inti biasanya masuk akal dari sudut pengalaman awal sehingga tidak efektif hanya diberi label salah. Guru perlu menemukan aturan intuitif yang digunakan dan menunjukkan di mana aturan itu gagal. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa kesetimbangan dianggap berhentinya reaksi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti penguapan-pengembunan dalam wadah tertutup dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $v_{\text{maju}} = v_{\text{balik}}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi laju reaksi dan sistem tertutup. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya

dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk kesetimbangan dinamis perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

15.2.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif

Konteks seperti penguapan-pengembunan dalam wadah tertutup dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $v_{\text{maju}} = v_{\text{balik}}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi laju reaksi dan sistem tertutup. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya,

jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk kesetimbangan dinamis perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam pembelajaran kimia SMA, kesetimbangan dinamis dipahami sebagai keadaan makroskopik stabil yang dipertahankan oleh proses maju dan balik yang terus berlangsung. Satu jawaban salah dapat muncul dari beberapa pola penalaran alternatif yang berbeda. Variasi respons perlu dipetakan berdasarkan alasan, representasi, dan tingkat keyakinan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa kesetimbangan dianggap berhentinya reaksi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

15.2.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk kesetimbangan dinamis perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dari sudut pandang pedagogical content knowledge, kesetimbangan dinamis dipahami sebagai keadaan makroskopik stabil yang dipertahankan oleh proses maju dan balik yang terus

berlangsung. Bahasa sehari-hari sering menggunakan kata yang sama dengan makna berbeda dari terminologi ilmiah. Peralihan register bahasa harus diajarkan eksplisit agar istilah familiar tidak membawa asumsi yang keliru. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa kesetimbangan dianggap berhentinya reaksi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti penguapan-pengembunan dalam wadah tertutup dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $v_{\text{maju}} = v_{\text{balik}}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi laju reaksi dan sistem tertutup. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

15.2.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi

Pada tingkat makroskopik, kesetimbangan dinamis dipahami sebagai keadaan makroskopik stabil yang dipertahankan oleh proses maju dan balik yang terus berlangsung. Gambar dan analogi dapat membantu sekaligus menyesatkan bila fitur pemetaan dan batasnya tidak dijelaskan. Peserta didik perlu diminta menyebut bagian analogi yang sesuai dan yang tidak sesuai. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa kesetimbangan dianggap berhentinya reaksi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti penguapan-pengembunan dalam wadah tertutup dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model

partikel dan kemudian ke representasi $v_{\text{maju}}=v_{\text{balik}}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi laju reaksi dan sistem tertutup. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk kesetimbangan dinamis perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

15.2.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi laju reaksi dan sistem tertutup. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh

Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk kesetimbangan dinamis perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat submikroskopik, kesetimbangan dinamis dipahami sebagai keadaan makroskopik stabil yang dipertahankan oleh proses maju dan balik yang terus berlangsung. Urutan buku teks, penyederhanaan guru, dan latihan algoritmik dapat memperkuat miskonsepsi secara tidak sengaja. Audit representasi dan bahasa pengajaran diperlukan sebelum menyalahkan peserta didik. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa kesetimbangan dianggap berhentinya reaksi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti penguapan-pengembunan dalam wadah tertutup dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $v_{\text{maju}} = v_{\text{balik}}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

15.2.13 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka

Remediasi untuk kesetimbangan dinamis perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam representasi simbolik, kesetimbangan dinamis dipahami sebagai keadaan makroskopik stabil yang dipertahankan oleh proses maju dan balik yang terus berlangsung. Pertanyaan terbuka harus memancing prediksi, alasan, bukti, dan penjelasan mekanistik. Respons tertulis sebaiknya ditindaklanjuti dengan pertanyaan klarifikasi singkat. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa kesetimbangan dianggap berhentinya reaksi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti penguapan-pengembunan dalam wadah tertutup dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $v_{\text{maju}} = v_{\text{balik}}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi laju reaksi dan sistem tertutup. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

15.2.14 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa kesetimbangan dianggap berhentinya reaksi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat

terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti penguapan-pengembunan dalam wadah tertutup dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $v_{\text{maju}} = v_{\text{balik}}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi laju reaksi dan sistem tertutup. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk kesetimbangan dinamis perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara diagnostik, kesetimbangan dinamis dipahami sebagai keadaan makroskopik stabil yang dipertahankan oleh proses maju dan balik yang terus berlangsung. Tes bertingkat memisahkan pilihan jawaban, alasan, dan keyakinan sehingga tebakan dapat dibedakan dari pemahaman. Distraktor harus berasal dari pola konsepsi yang benar-benar ditemukan dalam wawancara atau literatur. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

15.2.15 *Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain*

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk kesetimbangan dinamis perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara epistemologis, kesetimbangan dinamis dipahami sebagai keadaan makroskopik stabil yang dipertahankan oleh proses maju dan balik yang terus berlangsung. Tugas menggambar dan Predict-Observe-Explain mengungkap hubungan antara model mental dan fenomena. Perbedaan prediksi dan observasi tidak otomatis mengubah konsep tanpa fase penjelasan dan rekonsiliasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa kesetimbangan dianggap berhentinya reaksi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti penguapan-pengembunan dalam wadah tertutup dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $v_{\text{maju}} = v_{\text{balik}}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi laju reaksi dan sistem tertutup. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat

untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

15.2.16 Analisis Respons dan Peta Bukti

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam konteks laboratorium, kesetimbangan dinamis dipahami sebagai keadaan makroskopik stabil yang dipertahankan oleh proses maju dan balik yang terus berlangsung. Analisis respons perlu menggunakan peta bukti, bukan keputusan berdasarkan satu butir. Konsistensi lintas konteks, representasi, dan waktu menentukan kuat-lemahnya klaim diagnostik. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa kesetimbangan dianggap berhentinya reaksi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti penguapan-pengembunan dalam wadah tertutup dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $v_{\text{maju}} = v_{\text{balik}}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi laju reaksi dan sistem tertutup. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya,

jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk kesetimbangan dinamis perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

15.2.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah

Konteks seperti penguapan-pengembunan dalam wadah tertutup dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $v_{\text{maju}} = v_{\text{balik}}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi laju reaksi dan sistem tertutup. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk kesetimbangan dinamis perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Ketika peserta didik memecahkan soal, kesetimbangan dinamis dipahami sebagai keadaan makroskopik stabil yang dipertahankan oleh proses maju dan balik yang terus berlangsung. Konflik kognitif efektif bila anomali dipahami, relevan, dan diikuti model alternatif yang lebih produktif. Kejutan tanpa dukungan dapat membuat peserta didik mengabaikan data atau menghafal pengecualian. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa kesetimbangan dianggap berhentinya reaksi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

15.2.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk kesetimbangan dinamis perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Untuk mencegah hafalan tanpa makna, kesetimbangan dinamis dipahami sebagai keadaan makroskopik stabil yang dipertahankan oleh proses maju dan balik yang terus berlangsung. Representasi majemuk harus dikoordinasikan, bukan sekadar ditampilkan berdampingan. Prompt penghubung perlu menanyakan apa yang tetap, berubah, dan diwakili pada setiap bentuk. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa kesetimbangan dianggap berhentinya reaksi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti penguapan-pengembunan dalam wadah tertutup dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model

partikel dan kemudian ke representasi $v_{\text{maju}}=v_{\text{balik}}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi laju reaksi dan sistem tertutup. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

15.2.19 Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif

Dalam pembelajaran kimia SMA, kesetimbangan dinamis dipahami sebagai keadaan makroskopik stabil yang dipertahankan oleh proses maju dan balik yang terus berlangsung. Praktikum, simulasi, dan argumentasi memberi ruang untuk menguji klaim dengan data. Kegiatan harus dirancang agar variabel, prediksi, ketidakpastian, dan batas model dibahas secara eksplisit. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa kesetimbangan dianggap berhentinya reaksi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti penguapan-pengembunan dalam wadah tertutup dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $v_{\text{maju}}=v_{\text{balik}}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi laju reaksi dan sistem tertutup. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini

konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk kesetimbangan dinamis perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

15.2.20 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi laju reaksi dan sistem tertutup. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk kesetimbangan dinamis perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dari sudut pandang pedagogical content knowledge, kesetimbangan dinamis dipahami sebagai keadaan makroskopik stabil yang dipertahankan oleh proses maju dan balik yang terus berlangsung. Perubahan konseptual dinilai melalui transfer ke masalah baru dan retensi setelah jeda waktu. Tindak lanjut harus membedakan penguasaan prosedur dari kemampuan menjelaskan dan mengevaluasi bukti. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa kesetimbangan dianggap berhentinya reaksi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti penguapan-pengembunan dalam wadah tertutup dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $v_{\text{maju}} = v_{\text{balik}}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Ringkasan Diagnostik 15.2

- Konsep sasaran: keadaan makroskopik stabil yang dipertahankan oleh proses maju dan balik yang terus berlangsung.
- Miskonsepsi prioritas: kesetimbangan dianggap berhentinya reaksi.
- Representasi minimum: fenomena penguapan-pengembunan dalam wadah tertutup, model partikel, dan simbol $v_{\text{maju}} = v_{\text{balik}}$.
- Bukti minimum: satu pertanyaan terbuka, satu butir bertingkat, satu tugas representasi, dan satu konteks transfer.
- Keputusan pedagogis: remediasi didasarkan pada pola alasan dan keyakinan, bukan pada skor tunggal.

15.3 Kesamaan Laju Reaksi Maju dan Balik

Subbab ini memusatkan perhatian pada kesamaan laju reaksi maju dan balik sebagai bagian dari jejaring konsep bab. Tujuannya adalah membangun definisi yang presisi, mengidentifikasi batas penerapan, mengungkap pola miskonsepsi, dan menyediakan perangkat diagnosis serta remediasi yang dapat diterapkan di kelas XI.

15.3.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi laju dan konsentrasi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk

memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk kesamaan laju reaksi maju dan balik perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat submikroskopik, kesamaan laju reaksi maju dan balik dipahami sebagai pada kesetimbangan laju maju sama dengan laju balik, bukan berarti konsentrasi sama. Penjelasan harus dimulai dari definisi yang dapat dioperasionalkan dalam pengamatan, perhitungan, dan komunikasi ilmiah. Batas konsep perlu dinyatakan agar istilah yang berdekatan tidak saling dipertukarkan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa kesamaan laju disamakan dengan kesamaan jumlah reaktan dan produk. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti grafik laju terhadap waktu dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $v_f = v_r$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

15.3.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat

Remediasi untuk kesamaan laju reaksi maju dan balik perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam representasi simbolik, kesamaan laju reaksi maju dan balik dipahami sebagai pada kesetimbangan laju maju sama dengan laju balik, bukan berarti konsentrasi sama. Konsep ini berada dalam jejaring pengetahuan, bukan unit hafalan yang berdiri sendiri. Prasyarat yang rapuh akan membuat peserta didik menggunakan aturan permukaan sebagai pengganti penalaran. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa kesamaan laju disamakan dengan kesamaan jumlah reaktan dan produk. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti grafik laju terhadap waktu dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $v_f = v_r$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi laju dan konsentrasi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan

beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

15.3.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa kesamaan laju disamakan dengan kesamaan jumlah reaktan dan produk. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti grafik laju terhadap waktu dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $v_f = v_r$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi laju dan konsentrasi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk kesamaan laju reaksi maju dan balik perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara diagnostik, kesamaan laju reaksi maju dan balik dipahami sebagai pada kesetimbangan laju maju sama dengan laju balik, bukan berarti konsentrasi sama. Fenomena makroskopik berfungsi sebagai sumber bukti, tetapi tidak dengan sendirinya menjelaskan mekanisme. Pengamatan harus dipisahkan dari inferensi agar peserta didik tidak menganggap kesan inderawi sebagai definisi ilmiah. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

15.3.4 Model Submikroskopik

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk kesamaan laju reaksi maju dan balik perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara epistemologis, kesamaan laju reaksi maju dan balik dipahami sebagai pada kesetimbangan laju maju sama dengan laju balik, bukan berarti konsentrasi sama. Model submikroskopik menjelaskan perilaku partikel, interaksi, distribusi, dan perubahan yang tidak tampak langsung. Model harus disebut sebagai representasi dengan asumsi dan keterbatasan, bukan foto literal realitas. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa kesamaan laju disamakan dengan kesamaan jumlah reaktan dan produk. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti grafik laju terhadap waktu dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $v_f = v_r$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi laju dan konsentrasi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

15.3.5 Bahasa Simbolik dan Matematis

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam konteks laboratorium, kesamaan laju reaksi maju dan balik dipahami sebagai pada kesetimbangan laju maju sama dengan laju balik, bukan berarti konsentrasi sama. Simbol dan persamaan memadatkan hubungan kuantitatif, tetapi setiap tanda harus dihubungkan dengan makna fisisnya. Manipulasi aljabar tanpa interpretasi satuan, tanda, dan kondisi mudah menghasilkan jawaban benar secara kebetulan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa kesamaan laju disamakan dengan kesamaan jumlah reaktan dan produk. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti grafik laju terhadap waktu dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $v_f = v_r$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi laju dan konsentrasi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan

tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk kesamaan laju reaksi maju dan balik perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

15.3.6 Koordinasi Antarrepresentasi

Konteks seperti grafik laju terhadap waktu dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $v_f = v_r$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi laju dan konsentrasi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk kesamaan laju reaksi maju dan balik perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi

harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Ketika peserta didik memecahkan soal, kesamaan laju reaksi maju dan balik dipahami sebagai pada kesetimbangan laju maju sama dengan laju balik, bukan berarti konsentrasi sama. Pemahaman matang tampak ketika peserta didik dapat berpindah konsisten antara fenomena, partikel, simbol, grafik, dan bahasa verbal. Ketidakselarasan antarrepresentasi merupakan indikator penting adanya pengetahuan yang terfragmentasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa kesamaan laju disamakan dengan kesamaan jumlah reaktan dan produk. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

15.3.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk kesamaan laju reaksi maju dan balik perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Untuk mencegah hafalan tanpa makna, kesamaan laju reaksi maju dan balik dipahami sebagai pada kesetimbangan laju maju sama dengan laju balik, bukan berarti konsentrasi sama. Contoh positif perlu dipasangkan dengan noncontoh dan kasus batas supaya kategori tidak dibangun dari satu ciri dangkal. Kasus batas menuntut peserta didik menjelaskan alasan, kondisi, dan tingkat idealisasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa kesamaan laju disamakan dengan kesamaan jumlah reaktan dan produk. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti grafik laju terhadap waktu dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $v_f = v_r$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi laju dan konsentrasi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

15.3.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul

Dalam pembelajaran kimia SMA, kesamaan laju reaksi maju dan balik dipahami sebagai pada kesetimbangan laju maju sama dengan laju balik, bukan berarti konsentrasi sama. Miskonsepsi inti biasanya masuk akal dari sudut pengalaman awal sehingga tidak efektif hanya diberi label salah. Guru perlu menemukan aturan intuitif yang digunakan dan menunjukkan di mana aturan itu gagal. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa kesamaan laju disamakan dengan kesamaan jumlah reaktan dan produk. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti grafik laju terhadap waktu dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $v_f = v_r$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi laju dan konsentrasi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk kesamaan laju reaksi maju dan balik perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

15.3.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi laju dan konsentrasi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan

beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk kesamaan laju reaksi maju dan balik perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dari sudut pandang pedagogical content knowledge, kesamaan laju reaksi maju dan balik dipahami sebagai pada kesetimbangan laju maju sama dengan laju balik, bukan berarti konsentrasi sama. Satu jawaban salah dapat muncul dari beberapa pola penalaran alternatif yang berbeda. Variasi respons perlu dipetakan berdasarkan alasan, representasi, dan tingkat keyakinan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa kesamaan laju disamakan dengan kesamaan jumlah reaktan dan produk. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti grafik laju terhadap waktu dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $v_f = v_r$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

15.3.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari

Remediasi untuk kesamaan laju reaksi maju dan balik perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat makroskopik, kesamaan laju reaksi maju dan balik dipahami sebagai pada kesetimbangan laju maju sama dengan laju balik, bukan berarti konsentrasi sama. Bahasa sehari-hari sering menggunakan kata yang sama dengan makna berbeda dari terminologi ilmiah. Peralihan register bahasa harus diajarkan eksplisit agar istilah familiar tidak membawa asumsi yang keliru. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa kesamaan laju disamakan dengan kesamaan jumlah reaktan dan produk. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti grafik laju terhadap waktu dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $v_f = v_r$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi laju dan konsentrasi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

15.3.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa kesamaan laju disamakan dengan kesamaan jumlah reaktan dan produk. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti grafik laju terhadap waktu dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $v_f = v_r$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi laju dan konsentrasi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk kesamaan laju reaksi maju dan balik perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat submikroskopik, kesamaan laju reaksi maju dan balik dipahami sebagai pada kesetimbangan laju maju sama dengan laju balik, bukan berarti konsentrasi sama. Gambar dan analogi dapat membantu sekaligus menyesatkan bila fitur pemetaan dan batasnya tidak dijelaskan. Peserta didik perlu diminta menyebut bagian analogi yang sesuai dan yang tidak sesuai. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

15.3.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan

tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk kesamaan laju reaksi maju dan balik perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam representasi simbolik, kesamaan laju reaksi maju dan balik dipahami sebagai pada kesetimbangan laju maju sama dengan laju balik, bukan berarti konsentrasi sama. Urutan buku teks, penyederhanaan guru, dan latihan algoritmik dapat memperkuat miskonsepsi secara tidak sengaja. Audit representasi dan bahasa pengajaran diperlukan sebelum menyalahkan peserta didik. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa kesamaan laju disamakan dengan kesamaan jumlah reaktan dan produk. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti grafik laju terhadap waktu dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $v_f = v_r$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi laju dan konsentrasi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

15.3.13 *Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka*

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara diagnostik, kesamaan laju reaksi maju dan balik dipahami sebagai pada kesetimbangan laju maju sama dengan laju balik, bukan berarti konsentrasi sama. Pertanyaan terbuka harus memancing prediksi, alasan, bukti, dan penjelasan mekanistik. Respons tertulis sebaiknya ditindaklanjuti dengan pertanyaan klarifikasi singkat. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa kesamaan laju disamakan dengan kesamaan jumlah reaktan dan produk. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti grafik laju terhadap waktu dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $v_f = v_r$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi laju dan konsentrasi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk kesamaan laju reaksi maju dan balik perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian,

dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

15.3.14 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan

Konteks seperti grafik laju terhadap waktu dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $v_f = v_r$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi laju dan konsentrasi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk kesamaan laju reaksi maju dan balik perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara epistemologis, kesamaan laju reaksi maju dan balik dipahami sebagai pada kesetimbangan laju maju sama dengan laju balik, bukan berarti konsentrasi sama. Tes bertingkat memisahkan pilihan jawaban, alasan, dan keyakinan sehingga tebakan dapat dibedakan dari pemahaman. Distraktor harus berasal dari pola konsepsi yang benar-benar ditemukan dalam wawancara atau literatur. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa

definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa kesamaan laju disamakan dengan kesamaan jumlah reaktan dan produk. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

15.3.15 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk kesamaan laju reaksi maju dan balik perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam konteks laboratorium, kesamaan laju reaksi maju dan balik dipahami sebagai pada kesetimbangan laju maju sama dengan laju balik, bukan berarti konsentrasi sama. Tugas menggambar dan Predict-Observe-Explain mengungkap hubungan antara model mental dan fenomena. Perbedaan prediksi dan observasi tidak otomatis mengubah konsep tanpa fase penjelasan dan rekonsiliasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa kesamaan laju disamakan dengan kesamaan jumlah reaktan dan produk. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti grafik laju terhadap waktu dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $v_f = v_r$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi laju dan konsentrasi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

15.3.16 Analisis Respons dan Peta Bukti

Ketika peserta didik memecahkan soal, kesamaan laju reaksi maju dan balik dipahami sebagai pada kesetimbangan laju maju sama dengan laju balik, bukan berarti konsentrasi sama. Analisis respons perlu menggunakan peta bukti, bukan keputusan berdasarkan satu butir. Konsistensi lintas konteks, representasi, dan waktu menentukan kuat-lemahnya klaim diagnostik. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa kesamaan laju disamakan dengan kesamaan jumlah reaktan dan produk. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti grafik laju terhadap waktu dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $v_f = v_r$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi laju dan konsentrasi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk kesamaan laju reaksi maju dan balik perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

15.3.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi laju dan konsentrasi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk kesamaan laju reaksi maju dan balik perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai

bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Untuk mencegah hafalan tanpa makna, kesamaan laju reaksi maju dan balik dipahami sebagai pada kesetimbangan laju maju sama dengan laju balik, bukan berarti konsentrasi sama. Konflik kognitif efektif bila anomali dipahami, relevan, dan diikuti model alternatif yang lebih produktif. Kejutan tanpa dukungan dapat membuat peserta didik mengabaikan data atau menghafal pengecualian. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa kesamaan laju disamakan dengan kesamaan jumlah reaktan dan produk. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti grafik laju terhadap waktu dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $v_f = v_r$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

15.3.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk

Remediasi untuk kesamaan laju reaksi maju dan balik perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam pembelajaran kimia SMA, kesamaan laju reaksi maju dan balik dipahami sebagai pada kesetimbangan laju maju sama dengan laju balik, bukan berarti konsentrasi sama. Representasi majemuk harus dikoordinasikan, bukan sekadar ditampilkan berdampingan. Prompt penghubung perlu menanyakan apa yang tetap, berubah, dan diwakili pada setiap bentuk. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa kesamaan laju disamakan dengan kesamaan jumlah reaktan dan produk. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti grafik laju terhadap waktu dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $v_f = v_r$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi laju dan konsentrasi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

15.3.19 Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa kesamaan laju disamakan dengan kesamaan jumlah reaktan dan produk. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti grafik laju terhadap waktu dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $v_f = v_r$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi laju dan konsentrasi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan

tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk kesamaan laju reaksi maju dan balik perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dari sudut pandang pedagogical content knowledge, kesamaan laju reaksi maju dan balik dipahami sebagai pada kesetimbangan laju maju sama dengan laju balik, bukan berarti konsentrasi sama. Praktikum, simulasi, dan argumentasi memberi ruang untuk menguji klaim dengan data. Kegiatan harus dirancang agar variabel, prediksi, ketidakpastian, dan batas model dibahas secara eksplisit. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

15.3.20 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk kesamaan laju reaksi maju dan balik perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi

harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat makroskopik, kesamaan laju reaksi maju dan balik dipahami sebagai pada kesetimbangan laju maju sama dengan laju balik, bukan berarti konsentrasi sama. Perubahan konseptual dinilai melalui transfer ke masalah baru dan retensi setelah jeda waktu. Tindak lanjut harus membedakan penguasaan prosedur dari kemampuan menjelaskan dan mengevaluasi bukti. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa kesamaan laju disamakan dengan kesamaan jumlah reaktan dan produk. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti grafik laju terhadap waktu dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $v_f = v_r$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi laju dan konsentrasi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Ringkasan Diagnostik 15.3

- Konsep sasaran: pada kesetimbangan laju maju sama dengan laju balik, bukan berarti konsentrasi sama.
- Miskonsepsi prioritas: kesamaan laju disamakan dengan kesamaan jumlah reaktan dan produk.
- Representasi minimum: fenomena grafik laju terhadap waktu, model partikel, dan simbol $v_f = v_r$.
- Bukti minimum: satu pertanyaan terbuka, satu butir bertingkat, satu tugas representasi, dan satu konteks transfer.
- Keputusan pedagogis: remediasi didasarkan pada pola alasan dan keyakinan, bukan pada skor tunggal.

15.4 Konsentrasi pada Keadaan Setimbang

Subbab ini memusatkan perhatian pada konsentrasi pada keadaan setimbang sebagai bagian dari jejaring konsep bab. Tujuannya adalah membangun definisi yang presisi, mengidentifikasi batas penerapan, mengungkap pola miskonsepsi, dan menyediakan perangkat diagnosis serta remediasi yang dapat diterapkan di kelas XI.

15.4.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk konsentrasi pada keadaan setimbang perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam representasi simbolik, konsentrasi pada keadaan setimbang dipahami sebagai konsentrasi menjadi konstan terhadap waktu tetapi nilainya dapat berbeda antarkomponen. Penjelasan harus dimulai dari definisi yang dapat dioperasionalkan dalam pengamatan, perhitungan, dan komunikasi ilmiah. Batas konsep perlu dinyatakan agar istilah yang berdekatan tidak saling dipertukarkan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa semua konsentrasi dianggap sama atau nol perubahan berarti nol reaksi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti grafik konsentrasi waktu dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke

representasi $d[X]/dt=0$ makroskopik. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi kesetimbangan dinamis. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

15.4.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara diagnostik, konsentrasi pada keadaan setimbang dipahami sebagai konsentrasi menjadi konstan terhadap waktu tetapi nilainya dapat berbeda antarkomponen. Konsep ini berada dalam jejaring pengetahuan, bukan unit hafalan yang berdiri sendiri. Prasyarat yang rapuh akan membuat peserta didik menggunakan aturan permukaan sebagai pengganti penalaran. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa semua konsentrasi dianggap sama atau nol perubahan berarti nol reaksi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti grafik konsentrasi waktu dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $d[X]/dt=0$ makroskopik. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi kesetimbangan dinamis. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh

Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk konsentrasi pada keadaan setimbang perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

15.4.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan

Konteks seperti grafik konsentrasi waktu dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $d[X]/dt=0$ makroskopik. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi kesetimbangan dinamis. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk konsentrasi pada keadaan setimbang perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara epistemologis, konsentrasi pada keadaan setimbang dipahami sebagai konsentrasi menjadi konstan terhadap waktu tetapi nilainya dapat berbeda antarkomponen. Fenomena makroskopik berfungsi sebagai sumber bukti, tetapi tidak dengan sendirinya menjelaskan mekanisme. Pengamatan harus dipisahkan dari inferensi agar peserta didik tidak menganggap kesan inderawi sebagai definisi ilmiah. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa semua konsentrasi dianggap sama atau nol perubahan berarti nol reaksi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

15.4.4 Model Submikroskopik

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk konsentrasi pada keadaan setimbang perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam konteks laboratorium, konsentrasi pada keadaan setimbang dipahami sebagai konsentrasi menjadi konstan terhadap waktu tetapi nilainya dapat berbeda antarkomponen. Model submikroskopik menjelaskan perilaku partikel, interaksi, distribusi, dan perubahan yang tidak tampak langsung. Model harus disebut sebagai representasi dengan asumsi dan keterbatasan, bukan foto literal realitas. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa semua konsentrasi dianggap sama atau nol perubahan berarti nol reaksi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk

data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti grafik konsentrasi waktu dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $d[X]/dt=0$ makroskopik. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi kesetimbangan dinamis. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

15.4.5 Bahasa Simbolik dan Matematis

Ketika peserta didik memecahkan soal, konsentrasi pada keadaan setimbang dipahami sebagai konsentrasi menjadi konstan terhadap waktu tetapi nilainya dapat berbeda antarkomponen. Simbol dan persamaan memadatkan hubungan kuantitatif, tetapi setiap tanda harus dihubungkan dengan makna fisisnya. Manipulasi aljabar tanpa interpretasi satuan, tanda, dan kondisi mudah menghasilkan jawaban benar secara kebetulan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa semua konsentrasi dianggap sama atau nol perubahan berarti nol reaksi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti grafik konsentrasi waktu dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $d[X]/dt=0$ makroskopik. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi kesetimbangan dinamis. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan

pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk konsentrasi pada keadaan setimbang perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

15.4.6 Koordinasi Antarrepresentasi

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi kesetimbangan dinamis. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk konsentrasi pada keadaan setimbang perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Untuk mencegah hafalan tanpa makna, konsentrasi pada keadaan setimbang dipahami sebagai konsentrasi menjadi konstan terhadap waktu tetapi nilainya dapat berbeda antarkomponen. Pemahaman matang tampak ketika peserta didik dapat berpindah konsisten antara fenomena, partikel, simbol, grafik, dan bahasa verbal. Ketidakselarasan antarrepresentasi merupakan indikator penting adanya pengetahuan yang terfragmentasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa semua konsentrasi dianggap sama atau nol perubahan berarti nol reaksi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti grafik konsentrasi waktu dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $d[X]/dt=0$ makroskopik. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

15.4.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas

Remediasi untuk konsentrasi pada keadaan setimbang perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam pembelajaran kimia SMA, konsentrasi pada keadaan setimbang dipahami sebagai konsentrasi menjadi konstan terhadap waktu tetapi nilainya dapat berbeda antarkomponen. Contoh positif perlu dipasangkan dengan noncontoh dan kasus batas supaya kategori tidak

dibangun dari satu ciri dangkal. Kasus batas menuntut peserta didik menjelaskan alasan, kondisi, dan tingkat idealisasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa semua konsentrasi dianggap sama atau nol perubahan berarti nol reaksi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti grafik konsentrasi waktu dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $d[X]/dt=0$ makroskopik. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi kesetimbangan dinamis. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

15.4.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa semua konsentrasi dianggap sama atau nol perubahan berarti nol reaksi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti grafik konsentrasi waktu dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $d[X]/dt=0$ makroskopik. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu

menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi kesetimbangan dinamis. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk konsentrasi pada keadaan setimbang perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dari sudut pandang pedagogical content knowledge, konsentrasi pada keadaan setimbang dipahami sebagai konsentrasi menjadi konstan terhadap waktu tetapi nilainya dapat berbeda antarkomponen. Miskonsepsi inti biasanya masuk akal dari sudut pengalaman awal sehingga tidak efektif hanya diberi label salah. Guru perlu menemukan aturan intuitif yang digunakan dan menunjukkan di mana aturan itu gagal. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

15.4.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh

Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk konsentrasi pada keadaan setimbang perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat makroskopik, konsentrasi pada keadaan setimbang dipahami sebagai konsentrasi menjadi konstan terhadap waktu tetapi nilainya dapat berbeda antarkomponen. Satu jawaban salah dapat muncul dari beberapa pola penalaran alternatif yang berbeda. Variasi respons perlu dipetakan berdasarkan alasan, representasi, dan tingkat keyakinan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa semua konsentrasi dianggap sama atau nol perubahan berarti nol reaksi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti grafik konsentrasi waktu dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $d[X]/dt=0$ makroskopik. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi kesetimbangan dinamis. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

15.4.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat submikroskopik, konsentrasi pada keadaan setimbang dipahami sebagai konsentrasi menjadi konstan terhadap waktu tetapi nilainya dapat berbeda antarkomponen. Bahasa sehari-hari sering menggunakan kata yang sama dengan makna berbeda dari terminologi ilmiah. Peralihan register bahasa harus diajarkan eksplisit agar istilah familiar tidak membawa asumsi yang keliru. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa semua konsentrasi dianggap sama atau nol perubahan berarti nol reaksi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti grafik konsentrasi waktu dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $d[X]/dt=0$ makroskopik. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi kesetimbangan dinamis. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk konsentrasi pada keadaan setimbang perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian,

dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

15.4.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi

Konteks seperti grafik konsentrasi waktu dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $d[X]/dt=0$ makroskopik. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi kesetimbangan dinamis. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk konsentrasi pada keadaan setimbang perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam representasi simbolik, konsentrasi pada keadaan setimbang dipahami sebagai konsentrasi menjadi konstan terhadap waktu tetapi nilainya dapat berbeda antarkomponen. Gambar dan analogi dapat membantu sekaligus menyesatkan bila fitur pemetaan dan batasnya tidak dijelaskan. Peserta didik perlu diminta menyebut bagian analogi yang sesuai dan yang

tidak sesuai. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa semua konsentrasi dianggap sama atau nol perubahan berarti nol reaksi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

15.4.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk konsentrasi pada keadaan setimbang perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara diagnostik, konsentrasi pada keadaan setimbang dipahami sebagai konsentrasi menjadi konstan terhadap waktu tetapi nilainya dapat berbeda antarkomponen. Urutan buku teks, penyederhanaan guru, dan latihan algoritmik dapat memperkuat miskonsepsi secara tidak sengaja. Audit representasi dan bahasa pengajaran diperlukan sebelum menyalahkan peserta didik. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa semua konsentrasi dianggap sama atau nol perubahan berarti nol reaksi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti grafik konsentrasi waktu dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $d[X]/dt=0$ makroskopik. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi kesetimbangan dinamis. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

15.4.13 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka

Secara epistemologis, konsentrasi pada keadaan setimbang dipahami sebagai konsentrasi menjadi konstan terhadap waktu tetapi nilainya dapat berbeda antarkomponen. Pertanyaan terbuka harus memancing prediksi, alasan, bukti, dan penjelasan mekanistik. Respons tertulis sebaiknya ditindaklanjuti dengan pertanyaan klarifikasi singkat. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa semua konsentrasi dianggap sama atau nol perubahan berarti nol reaksi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti grafik konsentrasi waktu dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $d[X]/dt=0$ makroskopik. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi kesetimbangan dinamis. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk konsentrasi pada keadaan setimbang perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

15.4.14 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi kesetimbangan dinamis. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk konsentrasi pada keadaan setimbang perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai

bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam konteks laboratorium, konsentrasi pada keadaan setimbang dipahami sebagai konsentrasi menjadi konstan terhadap waktu tetapi nilainya dapat berbeda antarkomponen. Tes bertingkat memisahkan pilihan jawaban, alasan, dan keyakinan sehingga tebakan dapat dibedakan dari pemahaman. Distraktor harus berasal dari pola konsepsi yang benar-benar ditemukan dalam wawancara atau literatur. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa semua konsentrasi dianggap sama atau nol perubahan berarti nol reaksi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti grafik konsentrasi waktu dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $d[X]/dt=0$ makroskopik. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

15.4.15 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain

Remediasi untuk konsentrasi pada keadaan setimbang perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Ketika peserta didik memecahkan soal, konsentrasi pada keadaan setimbang dipahami sebagai konsentrasi menjadi konstan terhadap waktu tetapi nilainya dapat berbeda antarkomponen. Tugas menggambar dan Predict-Observe-Explain mengungkap hubungan antara model mental dan fenomena. Perbedaan prediksi dan observasi tidak otomatis mengubah konsep tanpa fase penjelasan dan rekonsiliasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa semua konsentrasi dianggap sama atau nol perubahan berarti nol reaksi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk

data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti grafik konsentrasi waktu dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $d[X]/dt=0$ makroskopik. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi kesetimbangan dinamis. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

15.4.16 Analisis Respons dan Peta Bukti

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa semua konsentrasi dianggap sama atau nol perubahan berarti nol reaksi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti grafik konsentrasi waktu dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $d[X]/dt=0$ makroskopik. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi kesetimbangan dinamis. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk konsentrasi pada keadaan setimbang perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Untuk mencegah hafalan tanpa makna, konsentrasi pada keadaan setimbang dipahami sebagai konsentrasi menjadi konstan terhadap waktu tetapi nilainya dapat berbeda antarkomponen. Analisis respons perlu menggunakan peta bukti, bukan keputusan berdasarkan satu butir. Konsistensi lintas konteks, representasi, dan waktu menentukan kuat-lemahnya klaim diagnostik. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

15.4.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk konsentrasi pada keadaan setimbang perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam pembelajaran kimia SMA, konsentrasi pada keadaan setimbang dipahami sebagai konsentrasi menjadi konstan terhadap waktu tetapi nilainya dapat berbeda antarkomponen. Konflik kognitif efektif bila anomali dipahami, relevan, dan diikuti model alternatif yang lebih produktif. Kejutan tanpa dukungan dapat membuat peserta didik mengabaikan data atau menghafal pengecualian. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa semua konsentrasi dianggap sama atau nol perubahan berarti nol reaksi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti grafik konsentrasi waktu dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $d[X]/dt=0$ makroskopik. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi kesetimbangan dinamis. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

15.4.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dari sudut pandang pedagogical content knowledge, konsentrasi pada keadaan setimbang dipahami sebagai konsentrasi menjadi konstan terhadap waktu tetapi nilainya dapat berbeda antarkomponen. Representasi majemuk harus dikoordinasikan, bukan sekadar ditampilkan berdampingan. Prompt penghubung perlu menanyakan apa yang tetap, berubah, dan diwakili

pada setiap bentuk. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa semua konsentrasi dianggap sama atau nol perubahan berarti nol reaksi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti grafik konsentrasi waktu dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $d[X]/dt=0$ makroskopik. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi kesetimbangan dinamis. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk konsentrasi pada keadaan setimbang perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

15.4.19 Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif

Konteks seperti grafik konsentrasi waktu dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $d[X]/dt=0$ makroskopik. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi kesetimbangan dinamis. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk konsentrasi pada keadaan setimbang perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat makroskopik, konsentrasi pada keadaan setimbang dipahami sebagai konsentrasi menjadi konstan terhadap waktu tetapi nilainya dapat berbeda antarkomponen. Praktikum, simulasi, dan argumentasi memberi ruang untuk menguji klaim dengan data. Kegiatan harus dirancang agar variabel, prediksi, ketidakpastian, dan batas model dibahas secara eksplisit. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa semua konsentrasi dianggap sama atau nol perubahan berarti nol reaksi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

15.4.20 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan

beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk konsentrasi pada keadaan setimbang perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat submikroskopik, konsentrasi pada keadaan setimbang dipahami sebagai konsentrasi menjadi konstan terhadap waktu tetapi nilainya dapat berbeda antarkomponen. Perubahan konseptual dinilai melalui transfer ke masalah baru dan retensi setelah jeda waktu. Tindak lanjut harus membedakan penguasaan prosedur dari kemampuan menjelaskan dan mengevaluasi bukti. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa semua konsentrasi dianggap sama atau nol perubahan berarti nol reaksi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti grafik konsentrasi waktu dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $d[X]/dt=0$ makroskopik. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi kesetimbangan dinamis. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Ringkasan Diagnostik 15.4

- Konsep sasaran: konsentrasi menjadi konstan terhadap waktu tetapi nilainya dapat berbeda antarkomponen.
- Miskonsepsi prioritas: semua konsentrasi dianggap sama atau nol perubahan berarti nol reaksi.
- Representasi minimum: fenomena grafik konsentrasi waktu, model partikel, dan simbol $d[X]/dt=0$ makroskopik.
- Bukti minimum: satu pertanyaan terbuka, satu butir bertingkat, satu tugas representasi, dan satu konteks transfer.
- Keputusan pedagogis: remediasi didasarkan pada pola alasan dan keyakinan, bukan pada skor tunggal.

15.5 Keseimbangan sebagai Keadaan Statis

Subbab ini memusatkan perhatian pada keseimbangan sebagai keadaan statis sebagai bagian dari jejaring konsep bab. Tujuannya adalah membangun definisi yang presisi, mengidentifikasi batas penerapan, mengungkap pola miskonsepsi, dan menyediakan perangkat diagnosis serta remediasi yang dapat diterapkan di kelas XI.

15.5.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk keseimbangan sebagai keadaan statis perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara diagnostik, keseimbangan sebagai keadaan statis dipahami sebagai kritik terhadap model statis dan penguatan representasi molekuler dinamis. Penjelasan harus dimulai dari definisi yang dapat dioperasionalkan dalam pengamatan, perhitungan, dan komunikasi ilmiah. Batas konsep perlu dinyatakan agar istilah yang berdekatan tidak saling dipertukarkan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa partikel dianggap diam setelah setimbang. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti pertukaran isotop pada keadaan setimbang dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi fluks mikroskopik. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi gerak partikel dan laju. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

15.5.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat

Secara epistemologis, kesetimbangan sebagai keadaan statis dipahami sebagai kritik terhadap model statis dan penguatan representasi molekuler dinamis. Konsep ini berada dalam jejaring pengetahuan, bukan unit hafalan yang berdiri sendiri. Prasyarat yang rapuh akan membuat peserta didik menggunakan aturan permukaan sebagai pengganti penalaran. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa partikel dianggap diam setelah setimbang. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti pertukaran isotop pada keadaan setimbang dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi fluks mikroskopik. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi gerak partikel dan laju. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk kesetimbangan sebagai keadaan statis perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

15.5.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi gerak partikel dan laju. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan

beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk kesetimbangan sebagai keadaan statis perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam konteks laboratorium, kesetimbangan sebagai keadaan statis dipahami sebagai kritik terhadap model statis dan penguatan representasi molekuler dinamis. Fenomena makroskopik berfungsi sebagai sumber bukti, tetapi tidak dengan sendirinya menjelaskan mekanisme. Pengamatan harus dipisahkan dari inferensi agar peserta didik tidak menganggap kesan inderawi sebagai definisi ilmiah. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa partikel dianggap diam setelah setimbang. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti pertukaran isotop pada keadaan setimbang dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi fluks mikroskopik. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

15.5.4 Model Submikroskopik

Remediasi untuk kesetimbangan sebagai keadaan statis perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Ketika peserta didik memecahkan soal, kesetimbangan sebagai keadaan statis dipahami sebagai kritik terhadap model statis dan penguatan representasi molekuler dinamis. Model submikroskopik menjelaskan perilaku partikel, interaksi, distribusi, dan perubahan yang tidak tampak langsung. Model harus disebut sebagai representasi dengan asumsi dan keterbatasan, bukan foto literal realitas. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa partikel dianggap diam setelah setimbang. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti pertukaran isotop pada keadaan setimbang dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi fluks mikroskopik. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi gerak partikel dan laju. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

15.5.5 Bahasa Simbolik dan Matematis

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa partikel dianggap diam setelah setimbang. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti pertukaran isotop pada keadaan setimbang dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi fluks mikroskopik. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi gerak partikel dan laju. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk kesetimbangan sebagai keadaan statis perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Untuk mencegah hafalan tanpa makna, kesetimbangan sebagai keadaan statis dipahami sebagai kritik terhadap model statis dan penguatan representasi molekuler dinamis. Simbol dan persamaan memadatkan hubungan kuantitatif, tetapi setiap tanda harus dihubungkan dengan makna fisisnya. Manipulasi aljabar tanpa interpretasi satuan, tanda, dan kondisi mudah menghasilkan jawaban benar secara kebetulan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

15.5.6 Koordinasi Antarrepresentasi

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk kesetimbangan sebagai keadaan statis perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam pembelajaran kimia SMA, kesetimbangan sebagai keadaan statis dipahami sebagai kritik terhadap model statis dan penguatan representasi molekuler dinamis. Pemahaman matang tampak ketika peserta didik dapat berpindah konsisten antara fenomena, partikel, simbol, grafik, dan bahasa verbal. Ketidakselarasan antarrepresentasi merupakan indikator penting adanya pengetahuan yang terfragmentasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa partikel dianggap diam setelah setimbang. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti pertukaran isotop pada keadaan setimbang dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi fluks mikroskopik. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi gerak partikel dan laju. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk

memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

15.5.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dari sudut pandang pedagogical content knowledge, kesetimbangan sebagai keadaan statis dipahami sebagai kritik terhadap model statis dan penguatan representasi molekuler dinamis. Contoh positif perlu dipasangkan dengan noncontoh dan kasus batas supaya kategori tidak dibangun dari satu ciri dangkal. Kasus batas menuntut peserta didik menjelaskan alasan, kondisi, dan tingkat idealisasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa partikel dianggap diam setelah setimbang. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti pertukaran isotop pada keadaan setimbang dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi fluks mikroskopik. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi gerak partikel dan laju. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya,

jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk kesetimbangan sebagai keadaan statis perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

15.5.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul

Konteks seperti pertukaran isotop pada keadaan setimbang dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi fluks mikroskopik. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi gerak partikel dan laju. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk kesetimbangan sebagai keadaan statis perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat makroskopik, kesetimbangan sebagai keadaan statis dipahami sebagai kritik terhadap model statis dan penguatan representasi molekuler dinamis. Miskonsepsi ini biasanya masuk akal dari sudut pengalaman awal sehingga tidak efektif hanya diberi label salah. Guru perlu menemukan aturan intuitif yang digunakan dan menunjukkan di mana aturan itu gagal. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa partikel dianggap diam setelah setimbang. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

15.5.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk kesetimbangan sebagai keadaan statis perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat submikroskopik, kesetimbangan sebagai keadaan statis dipahami sebagai kritik terhadap model statis dan penguatan representasi molekuler dinamis. Satu jawaban salah dapat muncul dari beberapa pola penalaran alternatif yang berbeda. Variasi respons perlu dipetakan berdasarkan alasan, representasi, dan tingkat keyakinan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa partikel dianggap diam setelah setimbang. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti pertukaran isotop pada keadaan setimbang dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan

kemudian ke representasi fluks mikroskopik. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi gerak partikel dan laju. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

15.5.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari

Dalam representasi simbolik, kesetimbangan sebagai keadaan statis dipahami sebagai kritik terhadap model statis dan penguatan representasi molekuler dinamis. Bahasa sehari-hari sering menggunakan kata yang sama dengan makna berbeda dari terminologi ilmiah. Peralihan register bahasa harus diajarkan eksplisit agar istilah familiar tidak membawa asumsi yang keliru. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa partikel dianggap diam setelah setimbang. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti pertukaran isotop pada keadaan setimbang dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi fluks mikroskopik. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi gerak partikel dan laju. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini

konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk kesetimbangan sebagai keadaan statis perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

15.5.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi gerak partikel dan laju. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk kesetimbangan sebagai keadaan statis perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara diagnostik, kesetimbangan sebagai keadaan statis dipahami sebagai kritik terhadap model statis dan penguatan representasi molekuler dinamis. Gambar dan analogi dapat membantu sekaligus menyesatkan bila fitur pemetaan dan batasnya tidak dijelaskan. Peserta didik perlu diminta menyebutkan bagian analogi yang sesuai dan yang tidak sesuai. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa partikel dianggap diam setelah setimbang. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti pertukaran isotop pada keadaan setimbang dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi fluks mikroskopik. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

15.5.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran

Remediasi untuk kesetimbangan sebagai keadaan statis perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara epistemologis, kesetimbangan sebagai keadaan statis dipahami sebagai kritik terhadap model statis dan penguatan representasi molekuler dinamis. Urutan buku teks, penyederhanaan guru, dan latihan algoritmik dapat memperkuat miskonsepsi secara tidak sengaja. Audit representasi dan bahasa pengajaran diperlukan sebelum menyalahkan peserta didik. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa partikel dianggap diam setelah setimbang. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu

meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti pertukaran isotop pada keadaan setimbang dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi fluks mikroskopik. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi gerak partikel dan laju. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

15.5.13 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa partikel dianggap diam setelah setimbang. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti pertukaran isotop pada keadaan setimbang dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi fluks mikroskopik. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi gerak partikel dan laju. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk kesetimbangan sebagai keadaan statis perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam konteks laboratorium, kesetimbangan sebagai keadaan statis dipahami sebagai kritik terhadap model statis dan penguatan representasi molekuler dinamis. Pertanyaan terbuka harus memancing prediksi, alasan, bukti, dan penjelasan mekanistik. Respons tertulis sebaiknya ditindaklanjuti dengan pertanyaan klarifikasi singkat. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

15.5.14 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk kesetimbangan sebagai keadaan statis perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Ketika peserta didik memecahkan soal, kesetimbangan sebagai keadaan statis dipahami sebagai kritik terhadap model statis dan penguatan representasi molekuler dinamis. Tes bertingkat memisahkan pilihan jawaban, alasan, dan keyakinan sehingga tebakan dapat dibedakan dari pemahaman. Distraktor harus berasal dari pola konsepsi yang benar-benar ditemukan dalam wawancara atau literatur. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa partikel dianggap diam setelah setimbang. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti pertukaran isotop pada keadaan setimbang dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi fluks mikroskopik. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi gerak partikel dan laju. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

15.5.15 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Untuk mencegah hafalan tanpa makna, kesetimbangan sebagai keadaan statis dipahami sebagai kritik terhadap model statis dan penguatan representasi molekuler dinamis. Tugas menggambar dan Predict-Observe-Explain mengungkap hubungan antara model mental dan fenomena. Perbedaan prediksi dan observasi tidak otomatis mengubah konsep tanpa fase penjelasan dan

rekonsiliasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa partikel dianggap diam setelah setimbang. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti pertukaran isotop pada keadaan setimbang dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi fluks mikroskopik. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi gerak partikel dan laju. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk kesetimbangan sebagai keadaan statis perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

15.5.16 Analisis Respons dan Peta Bukti

Konteks seperti pertukaran isotop pada keadaan setimbang dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi fluks mikroskopik. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi gerak partikel dan laju. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk kesetimbangan sebagai keadaan statis perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam pembelajaran kimia SMA, kesetimbangan sebagai keadaan statis dipahami sebagai kritik terhadap model statis dan penguatan representasi molekuler dinamis. Analisis respons perlu menggunakan peta bukti, bukan keputusan berdasarkan satu butir. Konsistensi lintas konteks, representasi, dan waktu menentukan kuat-lemahnya klaim diagnostik. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa partikel dianggap diam setelah setimbang. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

15.5.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan

beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk kesetimbangan sebagai keadaan statis perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dari sudut pandang pedagogical content knowledge, kesetimbangan sebagai keadaan statis dipahami sebagai kritik terhadap model statis dan penguatan representasi molekuler dinamis. Konflik kognitif efektif bila anomali dipahami, relevan, dan diikuti model alternatif yang lebih produktif. Kejutan tanpa dukungan dapat membuat peserta didik mengabaikan data atau menghafal pengecualian. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa partikel dianggap diam setelah setimbang. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti pertukaran isotop pada keadaan setimbang dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi fluks mikroskopik. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi gerak partikel dan laju. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

15.5.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk

Pada tingkat makroskopik, kesetimbangan sebagai keadaan statis dipahami sebagai kritik terhadap model statis dan penguatan representasi molekuler dinamis. Representasi majemuk harus dikoordinasikan, bukan sekadar ditampilkan berdampingan. Prompt penghubung perlu menanyakan apa yang tetap, berubah, dan diwakili pada setiap bentuk. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa partikel dianggap diam setelah setimbang. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti pertukaran isotop pada keadaan setimbang dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi fluks mikroskopik. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi gerak partikel dan laju. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk kesetimbangan sebagai keadaan statis perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

15.5.19 Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi gerak partikel dan laju. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk kesetimbangan sebagai keadaan statis perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat submikroskopik, kesetimbangan sebagai keadaan statis dipahami sebagai kritik terhadap model statis dan penguatan representasi molekuler dinamis. Praktikum, simulasi, dan argumentasi memberi ruang untuk menguji klaim dengan data. Kegiatan harus dirancang agar variabel, prediksi, ketidakpastian, dan batas model dibahas secara eksplisit. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa partikel dianggap diam setelah setimbang. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu

meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti pertukaran isotop pada keadaan setimbang dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi fluks mikroskopik. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

15.5.20 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut

Remediasi untuk kesetimbangan sebagai keadaan statis perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam representasi simbolik, kesetimbangan sebagai keadaan statis dipahami sebagai kritik terhadap model statis dan penguatan representasi molekuler dinamis. Perubahan konseptual dinilai melalui transfer ke masalah baru dan retensi setelah jeda waktu. Tindak lanjut harus membedakan penguasaan prosedur dari kemampuan menjelaskan dan mengevaluasi bukti. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa partikel dianggap diam setelah setimbang. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti pertukaran isotop pada keadaan setimbang dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi fluks mikroskopik. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi gerak partikel dan laju. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Ringkasan Diagnostik 15.5

- Konsep sasaran: kritik terhadap model statis dan penguatan representasi molekuler dinamis.
- Miskonsepsi prioritas: partikel dianggap diam setelah setimbang.
- Representasi minimum: fenomena pertukaran isotop pada keadaan setimbang, model partikel, dan simbol fluks mikroskopik.
- Bukti minimum: satu pertanyaan terbuka, satu butir bertingkat, satu tugas representasi, dan satu konteks transfer.
- Keputusan pedagogis: remediasi didasarkan pada pola alasan dan keyakinan, bukan pada skor tunggal.

15.6 Tetapan Kesetimbangan

Subbab ini memusatkan perhatian pada tetapan kesetimbangan sebagai bagian dari jejaring konsep bab. Tujuannya adalah membangun definisi yang presisi, mengidentifikasi batas penerapan, mengungkap pola miskonsepsi, dan menyediakan perangkat diagnosis serta remediasi yang dapat diterapkan di kelas XI.

15.6.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep

Remediasi untuk tetapan kesetimbangan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara epistemologis, tetapan kesetimbangan dipahami sebagai rasio aktivitas spesies pada keadaan setimbang sesuai persamaan reaksi dan suhu tertentu. Penjelasan harus dimulai dari

definisi yang dapat dioperasionalkan dalam pengamatan, perhitungan, dan komunikasi ilmiah. Batas konsep perlu dinyatakan agar istilah yang berdekatan tidak saling dipertukarkan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa K dianggap bergantung pada konsentrasi awal atau dapat diubah katalis. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti berbagai campuran awal menuju K sama dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $K = \frac{\Pi a_{\text{produk}}^v}{\Pi a_{\text{reaktan}}^v}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi aktivitas, stoikiometri, dan suhu. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

15.6.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa K dianggap bergantung pada konsentrasi awal atau dapat diubah katalis. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti berbagai campuran awal menuju K sama dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $K = \frac{\Pi a_{\text{produk}}^v}{\Pi a_{\text{reaktan}}^v}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis:

peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi aktivitas, stoikiometri, dan suhu. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk tetapan kesetimbangan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam konteks laboratorium, tetapan kesetimbangan dipahami sebagai rasio aktivitas spesies pada keadaan setimbang sesuai persamaan reaksi dan suhu tertentu. Konsep ini berada dalam jejaring pengetahuan, bukan unit hafalan yang berdiri sendiri. Prasyarat yang rapuh akan membuat peserta didik menggunakan aturan permukaan sebagai pengganti penalaran. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

15.6.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh

Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk tetapan kesetimbangan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Ketika peserta didik memecahkan soal, tetapan kesetimbangan dipahami sebagai rasio aktivitas spesies pada keadaan setimbang sesuai persamaan reaksi dan suhu tertentu. Fenomena makroskopik berfungsi sebagai sumber bukti, tetapi tidak dengan sendirinya menjelaskan mekanisme. Pengamatan harus dipisahkan dari inferensi agar peserta didik tidak menganggap kesan inderawi sebagai definisi ilmiah. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa K dianggap bergantung pada konsentrasi awal atau dapat diubah katalis. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti berbagai campuran awal menuju K sama dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $K = \frac{\Pi a_{\text{produk}}^v}{\Pi a_{\text{reaktan}}^v}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi aktivitas, stoikiometri, dan suhu. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

15.6.4 Model Submikroskopik

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Untuk mencegah hafalan tanpa makna, tetapan kesetimbangan dipahami sebagai rasio aktivitas spesies pada keadaan setimbang sesuai persamaan reaksi dan suhu tertentu. Model submikroskopik menjelaskan perilaku partikel, interaksi, distribusi, dan perubahan yang tidak tampak langsung. Model harus disebut sebagai representasi dengan asumsi dan keterbatasan, bukan foto literal realitas. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa K dianggap bergantung pada konsentrasi awal atau dapat diubah katalis. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti berbagai campuran awal menuju K sama dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $K = \frac{\Pi a_{\text{produk}}^v}{\Pi a_{\text{reaktan}}^v}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi aktivitas, stoikiometri, dan suhu. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk tetapan kesetimbangan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan

membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

15.6.5 Bahasa Simbolik dan Matematis

Konteks seperti berbagai campuran awal menuju K sama dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $K = \frac{\Pi a_{\text{produk}}^v}{\Pi a_{\text{reaktan}}^v}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi aktivitas, stoikiometri, dan suhu. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk tetapan kesetimbangan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam pembelajaran kimia SMA, tetapan kesetimbangan dipahami sebagai rasio aktivitas spesies pada keadaan setimbang sesuai persamaan reaksi dan suhu tertentu. Simbol dan persamaan memadatkan hubungan kuantitatif, tetapi setiap tanda harus dihubungkan dengan makna fisisnya. Manipulasi aljabar tanpa interpretasi satuan, tanda, dan kondisi mudah menghasilkan jawaban benar secara kebetulan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa

definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa K dianggap bergantung pada konsentrasi awal atau dapat diubah katalis. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

15.6.6 Koordinasi Antarrepresentasi

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk tetapan kesetimbangan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dari sudut pandang pedagogical content knowledge, tetapan kesetimbangan dipahami sebagai rasio aktivitas spesies pada keadaan setimbang sesuai persamaan reaksi dan suhu tertentu. Pemahaman matang tampak ketika peserta didik dapat berpindah konsisten antara fenomena, partikel, simbol, grafik, dan bahasa verbal. Ketidakselarasan antarrepresentasi merupakan indikator penting adanya pengetahuan yang terfragmentasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa K dianggap bergantung pada konsentrasi awal atau dapat diubah katalis. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti berbagai campuran awal menuju K sama dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $K = \frac{\Pi a_{\text{produk}}^v}{\Pi a_{\text{reaktan}}^v}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi aktivitas, stoikiometri, dan suhu. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

15.6.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas

Pada tingkat makroskopik, tetapan kesetimbangan dipahami sebagai rasio aktivitas spesies pada keadaan setimbang sesuai persamaan reaksi dan suhu tertentu. Contoh positif perlu dipasangkan dengan noncontoh dan kasus batas supaya kategori tidak dibangun dari satu ciri dangkal. Kasus batas menuntut peserta didik menjelaskan alasan, kondisi, dan tingkat idealisasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa K dianggap bergantung pada konsentrasi awal atau dapat diubah katalis. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti berbagai campuran awal menuju K sama dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $K = \frac{\prod a_{\text{produk}}^v}{\prod a_{\text{reaktan}}^v}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi aktivitas, stoikiometri, dan suhu. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk tetapan kesetimbangan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

15.6.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi aktivitas, stoikiometri, dan suhu. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk tetapan kesetimbangan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai

bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat submikroskopik, tetapan kesetimbangan dipahami sebagai rasio aktivitas spesies pada keadaan setimbang sesuai persamaan reaksi dan suhu tertentu. Miskonsepsi ini biasanya masuk akal dari sudut pengalaman awal sehingga tidak efektif hanya diberi label salah. Guru perlu menemukan aturan intuitif yang digunakan dan menunjukkan di mana aturan itu gagal. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa K dianggap bergantung pada konsentrasi awal atau dapat diubah katalis. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti berbagai campuran awal menuju K sama dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $K = \frac{\Pi a_{\text{produk}}^v}{\Pi a_{\text{reaktan}}^v}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

15.6.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif

Remediasi untuk tetapan kesetimbangan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam representasi simbolik, tetapan kesetimbangan dipahami sebagai rasio aktivitas spesies pada keadaan setimbang sesuai persamaan reaksi dan suhu tertentu. Satu jawaban salah dapat muncul dari beberapa pola penalaran alternatif yang berbeda. Variasi respons perlu dipetakan berdasarkan alasan, representasi, dan tingkat keyakinan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa K dianggap bergantung pada konsentrasi awal atau dapat diubah katalis. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti berbagai campuran awal menuju K sama dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $K = \frac{\Pi a_{\text{produk}}^v}{\Pi a_{\text{reaktan}}^v}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi aktivitas, stoikiometri, dan suhu. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

15.6.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa K dianggap bergantung pada konsentrasi awal atau dapat diubah katalis. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti berbagai campuran awal menuju K sama dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $K = \frac{\Pi a_{\text{produk}}^v}{\Pi a_{\text{reaktan}}^v}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi aktivitas, stoikiometri, dan suhu. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan

tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk tetapan kesetimbangan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara diagnostik, tetapan kesetimbangan dipahami sebagai rasio aktivitas spesies pada keadaan setimbang sesuai persamaan reaksi dan suhu tertentu. Bahasa sehari-hari sering menggunakan kata yang sama dengan makna berbeda dari terminologi ilmiah. Peralihan register bahasa harus diajarkan eksplisit agar istilah familiar tidak membawa asumsi yang keliru. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

15.6.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk tetapan kesetimbangan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus

menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara epistemologis, tetapan kesetimbangan dipahami sebagai rasio aktivitas spesies pada keadaan setimbang sesuai persamaan reaksi dan suhu tertentu. Gambar dan analogi dapat membantu sekaligus menyesatkan bila fitur pemetaan dan batasnya tidak dijelaskan. Peserta didik perlu diminta menyebutkan bagian analogi yang sesuai dan yang tidak sesuai. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa K dianggap bergantung pada konsentrasi awal atau dapat diubah katalis. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti berbagai campuran awal menuju K sama dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $K = \frac{\Pi a_{\text{produk}}^v}{\Pi a_{\text{reaktan}}^v}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi aktivitas, stoikiometri, dan suhu. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

15.6.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam konteks laboratorium, tetapan kesetimbangan dipahami sebagai rasio aktivitas spesies pada keadaan setimbang sesuai persamaan reaksi dan suhu tertentu. Urutan buku teks, penyederhanaan guru, dan latihan algoritmik dapat memperkuat miskonsepsi secara tidak sengaja. Audit representasi dan bahasa pengajaran diperlukan sebelum menyalahkan peserta didik. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa K dianggap bergantung pada konsentrasi awal atau dapat diubah katalis. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti berbagai campuran awal menuju K sama dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $K = \frac{\Pi a_{\text{produk}}^v}{\Pi a_{\text{reaktan}}^v}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi aktivitas, stoikiometri, dan suhu. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk tetapan kesetimbangan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

15.6.13 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka

Konteks seperti berbagai campuran awal menuju K sama dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $K = \frac{\Pi a_{\text{produk}}^v}{\Pi a_{\text{reaktan}}^v}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi aktivitas, stoikiometri, dan suhu. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat

untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk tetapan kesetimbangan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Ketika peserta didik memecahkan soal, tetapan kesetimbangan dipahami sebagai rasio aktivitas spesies pada keadaan setimbang sesuai persamaan reaksi dan suhu tertentu. Pertanyaan terbuka harus memancing prediksi, alasan, bukti, dan penjelasan mekanistik. Respons tertulis sebaiknya ditindaklanjuti dengan pertanyaan klarifikasi singkat. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa K dianggap bergantung pada konsentrasi awal atau dapat diubah katalis. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

15.6.14 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya,

jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk tetapan kesetimbangan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Untuk mencegah hafalan tanpa makna, tetapan kesetimbangan dipahami sebagai rasio aktivitas spesies pada keadaan setimbang sesuai persamaan reaksi dan suhu tertentu. Tes bertingkat memisahkan pilihan jawaban, alasan, dan keyakinan sehingga tebakan dapat dibedakan dari pemahaman. Distraktor harus berasal dari pola konsepsi yang benar-benar ditemukan dalam wawancara atau literatur. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa K dianggap bergantung pada konsentrasi awal atau dapat diubah katalis. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti berbagai campuran awal menuju K sama dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $K = \frac{\Pi a_{\text{produk}}^v}{\Pi a_{\text{reaktan}}^v}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi aktivitas, stoikiometri, dan suhu. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

15.6.15 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain

Dalam pembelajaran kimia SMA, tetapan kesetimbangan dipahami sebagai rasio aktivitas spesies pada keadaan setimbang sesuai persamaan reaksi dan suhu tertentu. Tugas menggambar dan Predict-Observe-Explain mengungkap hubungan antara model mental dan fenomena. Perbedaan prediksi dan observasi tidak otomatis mengubah konsep tanpa fase penjelasan dan rekonsiliasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa K dianggap bergantung pada konsentrasi awal atau dapat diubah katalis. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti berbagai campuran awal menuju K sama dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $K = \frac{\Pi a_{\text{produk}}^v}{\Pi a_{\text{reaktan}}^v}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi aktivitas, stoikiometri, dan suhu. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk tetapan kesetimbangan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

15.6.16 Analisis Respons dan Peta Bukti

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi aktivitas, stoikiometri, dan suhu. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk tetapan kesetimbangan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dari sudut pandang pedagogical content knowledge, tetapan kesetimbangan dipahami sebagai rasio aktivitas spesies pada keadaan setimbang sesuai persamaan reaksi dan suhu tertentu. Analisis respons perlu menggunakan peta bukti, bukan keputusan berdasarkan satu butir. Konsistensi lintas konteks, representasi, dan waktu menentukan kuat-lemahnya klaim diagnostik. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa K dianggap bergantung pada konsentrasi awal atau dapat diubah katalis. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk

data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti berbagai campuran awal menuju K sama dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $K = \frac{\Pi a_{\text{produk}}^v}{\Pi a_{\text{reaktan}}^v}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

15.6.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah

Remediasi untuk tetapan kesetimbangan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat makroskopik, tetapan kesetimbangan dipahami sebagai rasio aktivitas spesies pada keadaan setimbang sesuai persamaan reaksi dan suhu tertentu. Konflik kognitif efektif bila anomali dipahami, relevan, dan diikuti model alternatif yang lebih produktif. Kejutan tanpa dukungan dapat membuat peserta didik mengabaikan data atau menghafal pengecualian. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa K dianggap bergantung pada konsentrasi awal atau dapat diubah katalis. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti berbagai campuran awal menuju K sama dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $K = \frac{\Pi a_{\text{produk}}^v}{\Pi a_{\text{reaktan}}^v}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi aktivitas, stoikiometri, dan suhu. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

15.6.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa K dianggap bergantung pada konsentrasi awal atau dapat diubah katalis. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti berbagai campuran awal menuju K sama dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $K = \frac{P_{\text{produk}}}{P_{\text{reaktan}}}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi aktivitas, stoikiometri, dan suhu. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk tetapan kesetimbangan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat submikroskopik, tetapan kesetimbangan dipahami sebagai rasio aktivitas spesies pada keadaan setimbang sesuai persamaan reaksi dan suhu tertentu. Representasi majemuk harus dikoordinasikan, bukan sekadar ditampilkan berdampingan. Prompt penghubung perlu menanyakan apa yang tetap, berubah, dan diwakili pada setiap bentuk. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

15.6.19 Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk tetapan kesetimbangan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam representasi simbolik, tetapan kesetimbangan dipahami sebagai rasio aktivitas spesies pada keadaan setimbang sesuai persamaan reaksi dan suhu tertentu. Praktikum, simulasi, dan argumentasi memberi ruang untuk menguji klaim dengan data. Kegiatan harus dirancang agar

variabel, prediksi, ketidakpastian, dan batas model dibahas secara eksplisit. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa K dianggap bergantung pada konsentrasi awal atau dapat diubah katalis. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti berbagai campuran awal menuju K sama dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $K = \frac{\Pi a_{\text{produk}}^v}{\Pi a_{\text{reaktan}}^v}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi aktivitas, stoikiometri, dan suhu. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

15.6.20 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara diagnostik, tetapan kesetimbangan dipahami sebagai rasio aktivitas spesies pada keadaan setimbang sesuai persamaan reaksi dan suhu tertentu. Perubahan konseptual dinilai melalui transfer ke masalah baru dan retensi setelah jeda waktu. Tindak lanjut harus membedakan penguasaan prosedur dari kemampuan menjelaskan dan mengevaluasi bukti. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa K dianggap bergantung pada konsentrasi awal atau dapat diubah katalis. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti berbagai campuran awal menuju K sama dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $K = \frac{\Pi a_{\text{produk}}^v}{\Pi a_{\text{reaktan}}^v}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi aktivitas, stoikiometri, dan suhu. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk tetapan kesetimbangan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Ringkasan Diagnostik 15.6

- Konsep sasaran: rasio aktivitas spesies pada keadaan setimbang sesuai persamaan reaksi dan suhu tertentu.
- Miskonsepsi prioritas: K dianggap bergantung pada konsentrasi awal atau dapat diubah katalis.
- Representasi minimum: fenomena berbagai campuran awal menuju K sama, model partikel, dan simbol $K = \frac{\Pi a_{\text{produk}}}{\Pi a_{\text{reaktan}}}$.
- Bukti minimum: satu pertanyaan terbuka, satu butir bertingkat, satu tugas representasi, dan satu konteks transfer.
- Keputusan pedagogis: remediasi didasarkan pada pola alasan dan keyakinan, bukan pada skor tunggal.

15.7 Makna Nilai K

Subbab ini memusatkan perhatian pada makna nilai K sebagai bagian dari jejaring konsep bab. Tujuannya adalah membangun definisi yang presisi, mengidentifikasi batas penerapan, mengungkap pola miskonsepsi, dan menyediakan perangkat diagnosis serta remediasi yang dapat diterapkan di kelas XI.

15.7.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam konteks laboratorium, makna nilai k dipahami sebagai besar kecil K menunjukkan kecenderungan komposisi setimbang, bukan kecepatan reaksi atau persentase mutlak tanpa konteks. Penjelasan harus dimulai dari definisi yang dapat dioperasionalkan dalam pengamatan, perhitungan, dan komunikasi ilmiah. Batas konsep perlu dinyatakan agar istilah yang berdekatan tidak saling dipertukarkan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa K besar dianggap reaksi cepat dan selesai total. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi dengan K besar tetapi kinetika lambat dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\Delta G^\circ = -RT \ln K$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi logaritma dan termodinamika. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk makna nilai k perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model

alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

15.7.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat

Konteks seperti reaksi dengan K besar tetapi kinetika lambat dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\Delta G^\circ = -RT \ln K$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi logaritma dan termodinamika. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk makna nilai k perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Ketika peserta didik memecahkan soal, makna nilai k dipahami sebagai besar kecil K menunjukkan kecenderungan komposisi setimbang, bukan kecepatan reaksi atau persentase mutlak tanpa konteks. Konsep ini berada dalam jejaring pengetahuan, bukan unit hafalan yang berdiri sendiri. Prasyarat yang rapuh akan membuat peserta didik menggunakan aturan

permukaan sebagai pengganti penalaran. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa K besar dianggap reaksi cepat dan selesai total. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

15.7.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk makna nilai k perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Untuk mencegah hafalan tanpa makna, makna nilai k dipahami sebagai besar kecil K menunjukkan kecenderungan komposisi setimbang, bukan kecepatan reaksi atau persentase mutlak tanpa konteks. Fenomena makroskopik berfungsi sebagai sumber bukti, tetapi tidak dengan sendirinya menjelaskan mekanisme. Pengamatan harus dipisahkan dari inferensi agar peserta didik tidak menganggap kesan inderawi sebagai definisi ilmiah. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa K besar dianggap reaksi cepat dan selesai total. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi dengan K besar tetapi kinetika lambat dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\Delta G^\circ = -RT \ln K$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi logaritma dan termodinamika. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

15.7.4 Model Submikroskopik

Dalam pembelajaran kimia SMA, makna nilai k dipahami sebagai besar kecil K menunjukkan kecenderungan komposisi setimbang, bukan kecepatan reaksi atau persentase mutlak tanpa konteks. Model submikroskopik menjelaskan perilaku partikel, interaksi, distribusi, dan perubahan yang tidak tampak langsung. Model harus disebut sebagai representasi dengan asumsi dan keterbatasan, bukan foto literal realitas. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa K besar dianggap reaksi cepat dan selesai total. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi dengan K besar tetapi kinetika lambat dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\Delta G^\circ = -RT \ln K$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi logaritma dan termodinamika. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk makna nilai k perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

15.7.5 Bahasa Simbolik dan Matematis

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi logaritma dan termodinamika. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk makna nilai k perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai

bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dari sudut pandang pedagogical content knowledge, makna nilai k dipahami sebagai besar kecil K menunjukkan kecenderungan komposisi setimbang, bukan kecepatan reaksi atau persentase mutlak tanpa konteks. Simbol dan persamaan memadatkan hubungan kuantitatif, tetapi setiap tanda harus dihubungkan dengan makna fisisnya. Manipulasi aljabar tanpa interpretasi satuan, tanda, dan kondisi mudah menghasilkan jawaban benar secara kebetulan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa K besar dianggap reaksi cepat dan selesai total. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi dengan K besar tetapi kinetika lambat dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\Delta G^\circ = -RT \ln K$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

15.7.6 Koordinasi Antarrepresentasi

Remediasi untuk makna nilai k perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat makroskopik, makna nilai k dipahami sebagai besar kecil K menunjukkan kecenderungan komposisi setimbang, bukan kecepatan reaksi atau persentase mutlak tanpa konteks. Pemahaman matang tampak ketika peserta didik dapat berpindah konsisten antara fenomena, partikel, simbol, grafik, dan bahasa verbal. Ketidakselarasan antarrepresentasi merupakan indikator penting adanya pengetahuan yang terfragmentasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa K besar dianggap reaksi cepat dan selesai total. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu

meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi dengan K besar tetapi kinetika lambat dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\Delta G^\circ = -RT \ln K$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi logaritma dan termodinamika. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

15.7.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa K besar dianggap reaksi cepat dan selesai total. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi dengan K besar tetapi kinetika lambat dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\Delta G^\circ = -RT \ln K$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi logaritma dan termodinamika. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk makna nilai k perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat submikroskopik, makna nilai k dipahami sebagai besar kecil K menunjukkan kecenderungan komposisi setimbang, bukan kecepatan reaksi atau persentase mutlak tanpa konteks. Contoh positif perlu dipasangkan dengan noncontoh dan kasus batas supaya kategori tidak dibangun dari satu ciri dangkal. Kasus batas menuntut peserta didik menjelaskan alasan, kondisi, dan tingkat idealisasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

15.7.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk makna nilai k perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam representasi simbolik, makna nilai k dipahami sebagai besar kecil K menunjukkan kecenderungan komposisi setimbang, bukan kecepatan reaksi atau persentase mutlak tanpa konteks. Miskonsepsi ini biasanya masuk akal dari sudut pengalaman awal sehingga tidak efektif hanya diberi label salah. Guru perlu menemukan aturan intuitif yang digunakan dan menunjukkan di mana aturan itu gagal. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa K besar dianggap reaksi cepat dan selesai total. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi dengan K besar tetapi kinetika lambat dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\Delta G^\circ = -RT \ln K$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi logaritma dan termodinamika. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

15.7.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara diagnostik, makna nilai k dipahami sebagai besar kecil K menunjukkan kecenderungan komposisi setimbang, bukan kecepatan reaksi atau persentase mutlak tanpa konteks. Satu jawaban salah dapat muncul dari beberapa pola penalaran alternatif yang berbeda. Variasi respons perlu dipetakan berdasarkan alasan, representasi, dan tingkat keyakinan. Pembahasan

harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa K besar dianggap reaksi cepat dan selesai total. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi dengan K besar tetapi kinetika lambat dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\Delta G^\circ = -RT \ln K$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi logaritma dan termodinamika. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk makna nilai k perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

15.7.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari

Konteks seperti reaksi dengan K besar tetapi kinetika lambat dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\Delta G^\circ = -RT \ln K$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi logaritma dan termodinamika. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk makna nilai k perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara epistemologis, makna nilai k dipahami sebagai besar kecil K menunjukkan kecenderungan komposisi setimbang, bukan kecepatan reaksi atau persentase mutlak tanpa konteks. Bahasa sehari-hari sering menggunakan kata yang sama dengan makna berbeda dari terminologi ilmiah. Peralihan register bahasa harus diajarkan eksplisit agar istilah familiar tidak membawa asumsi yang keliru. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa K besar dianggap reaksi cepat dan selesai total. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

15.7.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan

beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk makna nilai k perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam konteks laboratorium, makna nilai k dipahami sebagai besar kecil K menunjukkan kecenderungan komposisi setimbang, bukan kecepatan reaksi atau persentase mutlak tanpa konteks. Gambar dan analogi dapat membantu sekaligus menyesatkan bila fitur pemetaan dan batasnya tidak dijelaskan. Peserta didik perlu diminta menyebutkan bagian analogi yang sesuai dan yang tidak sesuai. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa K besar dianggap reaksi cepat dan selesai total. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi dengan K besar tetapi kinetika lambat dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\Delta G^\circ = -RT \ln K$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi logaritma dan termodinamika. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

15.7.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran

Ketika peserta didik memecahkan soal, makna nilai k dipahami sebagai besar kecil K menunjukkan kecenderungan komposisi setimbang, bukan kecepatan reaksi atau persentase mutlak tanpa konteks. Urutan buku teks, penyederhanaan guru, dan latihan algoritmik dapat memperkuat miskonsepsi secara tidak sengaja. Audit representasi dan bahasa pengajaran diperlukan sebelum menyalahkan peserta didik. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa K besar dianggap reaksi cepat dan selesai total. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi dengan K besar tetapi kinetika lambat dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\Delta G^\circ = -RT \ln K$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi logaritma dan termodinamika. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk makna nilai k perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

15.7.13 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi logaritma dan termodinamika. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk makna nilai k perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Untuk mencegah hafalan tanpa makna, makna nilai k dipahami sebagai besar kecil K menunjukkan kecenderungan komposisi setimbang, bukan kecepatan reaksi atau persentase mutlak tanpa konteks. Pertanyaan terbuka harus memancing prediksi, alasan, bukti, dan penjelasan mekanistik. Respons tertulis sebaiknya ditindaklanjuti dengan pertanyaan klarifikasi singkat. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa K besar dianggap reaksi cepat dan selesai total. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu

meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi dengan K besar tetapi kinetika lambat dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\Delta G^\circ = -RT \ln K$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

15.7.14 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan

Remediasi untuk makna nilai k perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam pembelajaran kimia SMA, makna nilai k dipahami sebagai besar kecil K menunjukkan kecenderungan komposisi setimbang, bukan kecepatan reaksi atau persentase mutlak tanpa konteks. Tes bertingkat memisahkan pilihan jawaban, alasan, dan keyakinan sehingga tebakan dapat dibedakan dari pemahaman. Distraktor harus berasal dari pola konsepsi yang benar-benar ditemukan dalam wawancara atau literatur. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa K besar dianggap reaksi cepat dan selesai total. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi dengan K besar tetapi kinetika lambat dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\Delta G^\circ = -RT \ln K$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi logaritma dan termodinamika. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

15.7.15 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa K besar dianggap reaksi cepat dan selesai total. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi dengan K besar tetapi kinetika lambat dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\Delta G^\circ = -RT \ln K$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi logaritma dan termodinamika. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk makna nilai k perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dari sudut pandang pedagogical content knowledge, makna nilai k dipahami sebagai besar kecil K menunjukkan kecenderungan komposisi setimbang, bukan kecepatan reaksi atau persentase mutlak tanpa konteks. Tugas menggambar dan Predict-Observe-Explain mengungkap hubungan antara model mental dan fenomena. Perbedaan prediksi dan observasi tidak otomatis mengubah konsep tanpa fase penjelasan dan rekonsiliasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

15.7.16 Analisis Respons dan Peta Bukti

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk makna nilai k perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat makroskopik, makna nilai k dipahami sebagai besar kecil K menunjukkan kecenderungan komposisi setimbang, bukan kecepatan reaksi atau persentase mutlak tanpa

konteks. Analisis respons perlu menggunakan peta bukti, bukan keputusan berdasarkan satu butir. Konsistensi lintas konteks, representasi, dan waktu menentukan kuat-lemahnya klaim diagnostik. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa K besar dianggap reaksi cepat dan selesai total. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi dengan K besar tetapi kinetika lambat dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\Delta G^\circ = -RT \ln K$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi logaritma dan termodinamika. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

15.7.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat submikroskopik, makna nilai K dipahami sebagai besar kecil K menunjukkan kecenderungan komposisi setimbang, bukan kecepatan reaksi atau persentase mutlak tanpa konteks. Konflik kognitif efektif bila anomali dipahami, relevan, dan diikuti model alternatif yang lebih produktif. Kejutan tanpa dukungan dapat membuat peserta didik mengabaikan data atau menghafal pengecualian. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa K besar dianggap reaksi cepat dan selesai total. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi dengan K besar tetapi kinetika lambat dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\Delta G^\circ = -RT \ln K$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu

menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi logaritma dan termodinamika. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk makna nilai k perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

15.7.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk

Konteks seperti reaksi dengan K besar tetapi kinetika lambat dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\Delta G^\circ = -RT \ln K$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi logaritma dan termodinamika. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh

Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk makna nilai k perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam representasi simbolik, makna nilai k dipahami sebagai besar kecil K menunjukkan kecenderungan komposisi setimbang, bukan kecepatan reaksi atau persentase mutlak tanpa konteks. Representasi majemuk harus dikoordinasikan, bukan sekadar ditampilkan berdampingan. Prompt penghubung perlu menanyakan apa yang tetap, berubah, dan diwakili pada setiap bentuk. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa K besar dianggap reaksi cepat dan selesai total. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

15.7.19 Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk makna nilai k perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara diagnostik, makna nilai k dipahami sebagai besar kecil K menunjukkan kecenderungan komposisi setimbang, bukan kecepatan reaksi atau persentase mutlak tanpa konteks. Praktikum, simulasi, dan argumentasi memberi ruang untuk menguji klaim dengan data. Kegiatan harus dirancang agar variabel, prediksi, ketidakpastian, dan batas model dibahas secara eksplisit. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa K besar dianggap reaksi cepat dan selesai total. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi dengan K besar tetapi kinetika lambat dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\Delta G^\circ = -RT \ln K$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi logaritma dan termodinamika. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

15.7.20 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut

Secara epistemologis, makna nilai k dipahami sebagai besar kecil K menunjukkan kecenderungan komposisi setimbang, bukan kecepatan reaksi atau persentase mutlak tanpa konteks. Perubahan konseptual dinilai melalui transfer ke masalah baru dan retensi setelah jeda waktu. Tindak lanjut harus membedakan penguasaan prosedur dari kemampuan menjelaskan dan mengevaluasi bukti. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa K besar dianggap reaksi cepat dan selesai total. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi dengan K besar tetapi kinetika lambat dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\Delta G^\circ = -RT \ln K$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi logaritma dan termodinamika. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk makna nilai K perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Ringkasan Diagnostik 15.7

- Konsep sasaran: besar kecil K menunjukkan kecenderungan komposisi setimbang, bukan kecepatan reaksi atau persentase mutlak tanpa konteks.
- Miskonsepsi prioritas: K besar dianggap reaksi cepat dan selesai total.

- Representasi minimum: fenomena reaksi dengan K besar tetapi kinetika lambat, model partikel, dan simbol $\Delta G^\circ = -RT \ln K$.
- Bukti minimum: satu pertanyaan terbuka, satu butir bertingkat, satu tugas representasi, dan satu konteks transfer.
- Keputusan pedagogis: remediasi didasarkan pada pola alasan dan keyakinan, bukan pada skor tunggal.

15.8 Kuosien Reaksi

Subbab ini memusatkan perhatian pada kuosien reaksi sebagai bagian dari jejaring konsep bab. Tujuannya adalah membangun definisi yang presisi, mengidentifikasi batas penerapan, mengungkap pola miskonsepsi, dan menyediakan perangkat diagnosis serta remediasi yang dapat diterapkan di kelas XI.

15.8.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep

Ketika peserta didik memecahkan soal, kuosien reaksi dipahami sebagai Q memiliki bentuk seperti K tetapi dihitung untuk keadaan apa pun dan dibandingkan dengan K untuk memprediksi arah perubahan. Penjelasan harus dimulai dari definisi yang dapat dioperasionalkan dalam pengamatan, perhitungan, dan komunikasi ilmiah. Batas konsep perlu dinyatakan agar istilah yang berdekatan tidak saling dipertukarkan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa Q dianggap tetapan baru atau selalu sama dengan K. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti campuran sebelum dan sesudah gangguan dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi Q dibanding K. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi konsentrasi, aktivitas, dan rasio. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh

Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk kuosien reaksi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

15.8.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi konsentrasi, aktivitas, dan rasio. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk kuosien reaksi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Untuk mencegah hafalan tanpa makna, kuosien reaksi dipahami sebagai Q memiliki bentuk seperti K tetapi dihitung untuk keadaan apa pun dan dibandingkan dengan K untuk memprediksi arah perubahan. Konsep ini berada dalam jejaring pengetahuan, bukan unit hafalan yang berdiri sendiri. Prasyarat yang rapuh akan membuat peserta didik menggunakan aturan permukaan sebagai pengganti penalaran. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa Q dianggap tetapan baru atau selalu sama dengan K . Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti campuran sebelum dan sesudah gangguan dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi Q dibanding K . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

15.8.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan

Remediasi untuk kuosien reaksi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam pembelajaran kimia SMA, kuosien reaksi dipahami sebagai Q memiliki bentuk seperti K tetapi dihitung untuk keadaan apa pun dan dibandingkan dengan K untuk memprediksi arah perubahan. Fenomena makroskopik berfungsi sebagai sumber bukti, tetapi tidak dengan sendirinya menjelaskan mekanisme. Pengamatan harus dipisahkan dari inferensi agar peserta didik tidak menganggap kesan inderawi sebagai definisi ilmiah. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa Q dianggap tetapan baru atau selalu sama dengan K . Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat

terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti campuran sebelum dan sesudah gangguan dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi Q dibanding K. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi konsentrasi, aktivitas, dan rasio. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

15.8.4 Model Submikroskopik

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa Q dianggap tetapan baru atau selalu sama dengan K. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti campuran sebelum dan sesudah gangguan dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi Q dibanding K. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi konsentrasi, aktivitas, dan rasio. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya

dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk kuosien reaksi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dari sudut pandang pedagogical content knowledge, kuosien reaksi dipahami sebagai Q memiliki bentuk seperti K tetapi dihitung untuk keadaan apa pun dan dibandingkan dengan K untuk memprediksi arah perubahan. Model submikroskopik menjelaskan perilaku partikel, interaksi, distribusi, dan perubahan yang tidak tampak langsung. Model harus disebut sebagai representasi dengan asumsi dan keterbatasan, bukan foto literal realitas. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

15.8.5 Bahasa Simbolik dan Matematis

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya,

jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk kuosien reaksi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat makroskopik, kuosien reaksi dipahami sebagai Q memiliki bentuk seperti K tetapi dihitung untuk keadaan apa pun dan dibandingkan dengan K untuk memprediksi arah perubahan. Simbol dan persamaan memadatkan hubungan kuantitatif, tetapi setiap tanda harus dihubungkan dengan makna fisisnya. Manipulasi aljabar tanpa interpretasi satuan, tanda, dan kondisi mudah menghasilkan jawaban benar secara kebetulan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa Q dianggap tetapan baru atau selalu sama dengan K . Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti campuran sebelum dan sesudah gangguan dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi Q dibanding K . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi konsentrasi, aktivitas, dan rasio. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

15.8.6 Koordinasi Antarrepresentasi

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat submikroskopik, kuosien reaksi dipahami sebagai Q memiliki bentuk seperti K tetapi dihitung untuk keadaan apa pun dan dibandingkan dengan K untuk memprediksi arah perubahan. Pemahaman matang tampak ketika peserta didik dapat berpindah konsisten antara fenomena, partikel, simbol, grafik, dan bahasa verbal. Ketidakselarasan antarrepresentasi merupakan indikator penting adanya pengetahuan yang terfragmentasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa Q dianggap tetapan baru atau selalu sama dengan K . Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti campuran sebelum dan sesudah gangguan dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi Q dibanding K . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi konsentrasi, aktivitas, dan rasio. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk kuosien reaksi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

15.8.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas

Konteks seperti campuran sebelum dan sesudah gangguan dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi Q dibanding K . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi konsentrasi, aktivitas, dan rasio. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk kuosien reaksi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam representasi simbolik, kuosien reaksi dipahami sebagai Q memiliki bentuk seperti K tetapi dihitung untuk keadaan apa pun dan dibandingkan dengan K untuk memprediksi arah perubahan. Contoh positif perlu dipasangkan dengan noncontoh dan kasus batas supaya kategori tidak dibangun dari satu ciri dangkal. Kasus batas menuntut peserta didik menjelaskan alasan, kondisi, dan tingkat idealisasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa Q dianggap tetapan baru atau selalu sama dengan K . Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat

terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

15.8.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk kuosien reaksi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara diagnostik, kuosien reaksi dipahami sebagai Q memiliki bentuk seperti K tetapi dihitung untuk keadaan apa pun dan dibandingkan dengan K untuk memprediksi arah perubahan. Miskonsepsi inti biasanya masuk akal dari sudut pengalaman awal sehingga tidak efektif hanya diberi label salah. Guru perlu menemukan aturan intuitif yang digunakan dan menunjukkan di mana aturan itu gagal. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa Q dianggap tetapan baru atau selalu sama dengan K. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti campuran sebelum dan sesudah gangguan dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi Q dibanding K. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi konsentrasi, aktivitas, dan rasio. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

15.8.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif

Secara epistemologis, kuosien reaksi dipahami sebagai Q memiliki bentuk seperti K tetapi dihitung untuk keadaan apa pun dan dibandingkan dengan K untuk memprediksi arah perubahan. Satu jawaban salah dapat muncul dari beberapa pola penalaran alternatif yang berbeda. Variasi respons perlu dipetakan berdasarkan alasan, representasi, dan tingkat keyakinan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa Q dianggap tetapan baru atau selalu sama dengan K . Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti campuran sebelum dan sesudah gangguan dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi Q dibanding K . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi konsentrasi, aktivitas, dan rasio. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk kuosien reaksi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

15.8.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi konsentrasi, aktivitas, dan rasio. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk kuosien reaksi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam konteks laboratorium, kuosien reaksi dipahami sebagai Q memiliki bentuk seperti K tetapi dihitung untuk keadaan apa pun dan dibandingkan dengan K untuk memprediksi arah perubahan. Bahasa sehari-hari sering menggunakan kata yang sama dengan makna berbeda dari terminologi ilmiah. Peralihan register bahasa harus diajarkan eksplisit agar istilah familiar

tidak membawa asumsi yang keliru. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa Q dianggap tetapan baru atau selalu sama dengan K. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti campuran sebelum dan sesudah gangguan dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi Q dibanding K. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

15.8.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi

Remediasi untuk kuosien reaksi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Ketika peserta didik memecahkan soal, kuosien reaksi dipahami sebagai Q memiliki bentuk seperti K tetapi dihitung untuk keadaan apa pun dan dibandingkan dengan K untuk memprediksi arah perubahan. Gambar dan analogi dapat membantu sekaligus menyesatkan bila fitur pemetaan dan batasnya tidak dijelaskan. Peserta didik perlu diminta menyebut bagian analogi yang sesuai dan yang tidak sesuai. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa Q dianggap tetapan baru atau selalu sama dengan K. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti campuran sebelum dan sesudah gangguan dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi Q dibanding K. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi konsentrasi, aktivitas, dan rasio. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

15.8.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa Q dianggap tetapan baru atau selalu sama dengan K. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti campuran sebelum dan sesudah gangguan dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi Q dibanding K. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi konsentrasi, aktivitas, dan rasio. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk kuosien reaksi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Untuk mencegah hafalan tanpa makna, kuosien reaksi dipahami sebagai Q memiliki bentuk seperti K tetapi dihitung untuk keadaan apa pun dan dibandingkan dengan K untuk memprediksi arah perubahan. Urutan buku teks, penyederhanaan guru, dan latihan algoritmik dapat memperkuat miskonsepsi secara tidak sengaja. Audit representasi dan bahasa pengajaran diperlukan sebelum menyalahkan peserta didik. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

15.8.13 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk kuosien reaksi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam pembelajaran kimia SMA, kuosien reaksi dipahami sebagai Q memiliki bentuk seperti K tetapi dihitung untuk keadaan apa pun dan dibandingkan dengan K untuk memprediksi arah perubahan. Pertanyaan terbuka harus memancing prediksi, alasan, bukti, dan penjelasan mekanistik. Respons tertulis sebaiknya ditindaklanjuti dengan pertanyaan klarifikasi singkat. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa Q dianggap tetapan baru atau selalu sama dengan K . Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti campuran sebelum dan sesudah gangguan dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi Q dibanding K . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi konsentrasi, aktivitas, dan rasio. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

15.8.14 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dari sudut pandang pedagogical content knowledge, kuosien reaksi dipahami sebagai Q memiliki bentuk seperti K tetapi dihitung untuk keadaan apa pun dan dibandingkan dengan K untuk memprediksi arah perubahan. Tes bertingkat memisahkan pilihan jawaban, alasan, dan keyakinan sehingga tebakan dapat dibedakan dari pemahaman. Distraktor harus berasal dari pola konsepsi yang benar-benar ditemukan dalam wawancara atau literatur. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa Q dianggap tetapan baru atau selalu sama dengan K . Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat

terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti campuran sebelum dan sesudah gangguan dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi Q dibanding K. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi konsentrasi, aktivitas, dan rasio. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk kuosien reaksi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

15.8.15 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain

Konteks seperti campuran sebelum dan sesudah gangguan dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi Q dibanding K. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi konsentrasi, aktivitas, dan rasio. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya

dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk kuosien reaksi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat makroskopik, kuosien reaksi dipahami sebagai Q memiliki bentuk seperti K tetapi dihitung untuk keadaan apa pun dan dibandingkan dengan K untuk memprediksi arah perubahan. Tugas menggambar dan Predict-Observe-Explain mengungkap hubungan antara model mental dan fenomena. Perbedaan prediksi dan observasi tidak otomatis mengubah konsep tanpa fase penjelasan dan rekonsiliasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa Q dianggap tetapan baru atau selalu sama dengan K. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

15.8.16 Analisis Respons dan Peta Bukti

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya,

jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk kuosien reaksi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat submikroskopik, kuosien reaksi dipahami sebagai Q memiliki bentuk seperti K tetapi dihitung untuk keadaan apa pun dan dibandingkan dengan K untuk memprediksi arah perubahan. Analisis respons perlu menggunakan peta bukti, bukan keputusan berdasarkan satu butir. Konsistensi lintas konteks, representasi, dan waktu menentukan kuat-lemahnya klaim diagnostik. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa Q dianggap tetapan baru atau selalu sama dengan K . Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti campuran sebelum dan sesudah gangguan dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi Q dibanding K . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi konsentrasi, aktivitas, dan rasio. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

15.8.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah

Dalam representasi simbolik, kuosien reaksi dipahami sebagai Q memiliki bentuk seperti K tetapi dihitung untuk keadaan apa pun dan dibandingkan dengan K untuk memprediksi arah perubahan. Konflik kognitif efektif bila anomali dipahami, relevan, dan diikuti model alternatif yang lebih produktif. Kejutan tanpa dukungan dapat membuat peserta didik mengabaikan data atau menghafal pengecualian. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa Q dianggap tetapan baru atau selalu sama dengan K . Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti campuran sebelum dan sesudah gangguan dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi Q dibanding K . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi konsentrasi, aktivitas, dan rasio. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk kuosien reaksi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

15.8.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi konsentrasi, aktivitas, dan rasio. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk kuosien reaksi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara diagnostik, kuosien reaksi dipahami sebagai Q memiliki bentuk seperti K tetapi dihitung untuk keadaan apa pun dan dibandingkan dengan K untuk memprediksi arah perubahan. Representasi majemuk harus dikoordinasikan, bukan sekadar ditampilkan berdampingan. Prompt penghubung perlu menanyakan apa yang tetap, berubah, dan diwakili pada setiap bentuk. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa Q dianggap tetapan baru atau selalu sama dengan K . Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah.

Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti campuran sebelum dan sesudah gangguan dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi Q dibanding K. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

15.8.19 Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif

Remediasi untuk kuosien reaksi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara epistemologis, kuosien reaksi dipahami sebagai Q memiliki bentuk seperti K tetapi dihitung untuk keadaan apa pun dan dibandingkan dengan K untuk memprediksi arah perubahan. Praktikum, simulasi, dan argumentasi memberi ruang untuk menguji klaim dengan data. Kegiatan harus dirancang agar variabel, prediksi, ketidakpastian, dan batas model dibahas secara eksplisit. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa Q dianggap tetapan baru atau selalu sama dengan K. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti campuran sebelum dan sesudah gangguan dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi Q dibanding K. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi konsentrasi, aktivitas, dan rasio. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

15.8.20 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa Q dianggap tetapan baru atau selalu sama dengan K. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti campuran sebelum dan sesudah gangguan dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi Q dibanding K. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi konsentrasi, aktivitas, dan rasio. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk kuosien reaksi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam konteks laboratorium, kuosien reaksi dipahami sebagai Q memiliki bentuk seperti K tetapi dihitung untuk keadaan apa pun dan dibandingkan dengan K untuk memprediksi arah perubahan. Perubahan konseptual dinilai melalui transfer ke masalah baru dan retensi setelah jeda waktu. Tindak lanjut harus membedakan penguasaan prosedur dari kemampuan menjelaskan dan mengevaluasi bukti. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Ringkasan Diagnostik 15.8

- Konsep sasaran: Q memiliki bentuk seperti K tetapi dihitung untuk keadaan apa pun dan dibandingkan dengan K untuk memprediksi arah perubahan.
- Miskonsepsi prioritas: Q dianggap tetapan baru atau selalu sama dengan K .
- Representasi minimum: fenomena campuran sebelum dan sesudah gangguan, model partikel, dan simbol Q dibanding K .
- Bukti minimum: satu pertanyaan terbuka, satu butir bertingkat, satu tugas representasi, dan satu konteks transfer.
- Keputusan pedagogis: remediasi didasarkan pada pola alasan dan keyakinan, bukan pada skor tunggal.

15.9 Pergeseran Keseimbangan

Subbab ini memusatkan perhatian pada pergeseran keseimbangan sebagai bagian dari jejaring konsep bab. Tujuannya adalah membangun definisi yang presisi, mengidentifikasi batas penerapan, mengungkap pola miskonsepsi, dan menyediakan perangkat diagnosis serta remediasi yang dapat diterapkan di kelas XI.

15.9.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa keseimbangan dianggap bergeser seperti benda ke kiri atau kanan. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti perubahan warna sistem kobalt dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan

kemudian ke representasi $Q \rightarrow K$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi kesetimbangan dinamis. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pergeseran kesetimbangan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Untuk mencegah hafalan tanpa makna, pergeseran kesetimbangan dipahami sebagai perubahan komposisi menuju keadaan setimbang baru akibat gangguan, bukan perpindahan fisik seluruh sistem. Penjelasan harus dimulai dari definisi yang dapat dioperasionalkan dalam pengamatan, perhitungan, dan komunikasi ilmiah. Batas konsep perlu dinyatakan agar istilah yang berdekatan tidak saling dipertukarkan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

15.9.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini

konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pergeseran kesetimbangan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam pembelajaran kimia SMA, pergeseran kesetimbangan dipahami sebagai perubahan komposisi menuju keadaan setimbang baru akibat gangguan, bukan perpindahan fisik seluruh sistem. Konsep ini berada dalam jejaring pengetahuan, bukan unit hafalan yang berdiri sendiri. Prasyarat yang rapuh akan membuat peserta didik menggunakan aturan permukaan sebagai pengganti penalaran. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa kesetimbangan dianggap bergeser seperti benda ke kiri atau kanan. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti perubahan warna sistem kobalt dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $Q \rightarrow K$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi kesetimbangan dinamis. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

15.9.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dari sudut pandang pedagogical content knowledge, pergeseran kesetimbangan dipahami sebagai perubahan komposisi menuju keadaan setimbang baru akibat gangguan, bukan perpindahan fisik seluruh sistem. Fenomena makroskopik berfungsi sebagai sumber bukti, tetapi tidak dengan sendirinya menjelaskan mekanisme. Pengamatan harus dipisahkan dari inferensi agar peserta didik tidak menganggap kesan inderawi sebagai definisi ilmiah. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa kesetimbangan dianggap bergeser seperti benda ke kiri atau kanan. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti perubahan warna sistem kobalt dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $Q \rightarrow K$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi kesetimbangan dinamis. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pergeseran kesetimbangan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

15.9.4 Model Submikroskopik

Konteks seperti perubahan warna sistem kobalt dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $Q \rightarrow K$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi kesetimbangan dinamis. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pergeseran kesetimbangan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat makroskopik, pergeseran kesetimbangan dipahami sebagai perubahan komposisi menuju keadaan setimbang baru akibat gangguan, bukan perpindahan fisik seluruh sistem. Model submikroskopik menjelaskan perilaku partikel, interaksi, distribusi, dan perubahan yang

tidak tampak langsung. Model harus disebut sebagai representasi dengan asumsi dan keterbatasan, bukan foto literal realitas. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa kesetimbangan dianggap bergeser seperti benda ke kiri atau kanan. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

15.9.5 Bahasa Simbolik dan Matematis

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pergeseran kesetimbangan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat submikroskopik, pergeseran kesetimbangan dipahami sebagai perubahan komposisi menuju keadaan setimbang baru akibat gangguan, bukan perpindahan fisik seluruh sistem. Simbol dan persamaan memadatkan hubungan kuantitatif, tetapi setiap tanda harus dihubungkan dengan makna fisisnya. Manipulasi aljabar tanpa interpretasi satuan, tanda, dan kondisi mudah menghasilkan jawaban benar secara kebetulan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa kesetimbangan dianggap bergeser seperti benda ke kiri atau kanan. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti perubahan warna sistem kobalt dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $Q \rightarrow K$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu

menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi kesetimbangan dinamis. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

15.9.6 Koordinasi Antarrepresentasi

Dalam representasi simbolik, pergeseran kesetimbangan dipahami sebagai perubahan komposisi menuju keadaan setimbang baru akibat gangguan, bukan perpindahan fisik seluruh sistem. Pemahaman matang tampak ketika peserta didik dapat berpindah konsisten antara fenomena, partikel, simbol, grafik, dan bahasa verbal. Ketidakselarasan antarrepresentasi merupakan indikator penting adanya pengetahuan yang terfragmentasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa kesetimbangan dianggap bergeser seperti benda ke kiri atau kanan. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti perubahan warna sistem kobalt dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $Q \rightarrow K$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi kesetimbangan dinamis. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini

konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pergeseran kesetimbangan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

15.9.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi kesetimbangan dinamis. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pergeseran kesetimbangan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara diagnostik, pergeseran kesetimbangan dipahami sebagai perubahan komposisi menuju keadaan setimbang baru akibat gangguan, bukan perpindahan fisik seluruh sistem. Contoh positif perlu dipasangkan dengan noncontoh dan kasus batas supaya kategori tidak dibangun dari satu ciri dangkal. Kasus batas menuntut peserta didik menjelaskan alasan, kondisi, dan tingkat idealisasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa kesetimbangan dianggap bergeser seperti benda ke kiri atau kanan. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti perubahan warna sistem kobalt dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $Q \rightarrow K$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

15.9.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul

Remediasi untuk pergeseran kesetimbangan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara epistemologis, pergeseran kesetimbangan dipahami sebagai perubahan komposisi menuju keadaan setimbang baru akibat gangguan, bukan perpindahan fisik seluruh sistem. Miskonsepsi inti biasanya masuk akal dari sudut pengalaman awal sehingga tidak efektif hanya diberi label salah. Guru perlu menemukan aturan intuitif yang digunakan dan menunjukkan di mana aturan itu gagal. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa kesetimbangan dianggap bergeser seperti benda ke kiri atau kanan. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk

data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti perubahan warna sistem kobalt dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $Q \rightarrow K$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi kesetimbangan dinamis. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

15.9.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa kesetimbangan dianggap bergeser seperti benda ke kiri atau kanan. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti perubahan warna sistem kobalt dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $Q \rightarrow K$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi kesetimbangan dinamis. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pergeseran kesetimbangan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam konteks laboratorium, pergeseran kesetimbangan dipahami sebagai perubahan komposisi menuju keadaan setimbang baru akibat gangguan, bukan perpindahan fisik seluruh sistem. Satu jawaban salah dapat muncul dari beberapa pola penalaran alternatif yang berbeda. Variasi respons perlu dipetakan berdasarkan alasan, representasi, dan tingkat keyakinan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

15.9.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pergeseran kesetimbangan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Ketika peserta didik memecahkan soal, pergeseran kesetimbangan dipahami sebagai perubahan komposisi menuju keadaan setimbang baru akibat gangguan, bukan perpindahan fisik seluruh sistem. Bahasa sehari-hari sering menggunakan kata yang sama dengan makna berbeda dari terminologi ilmiah. Peralihan register bahasa harus diajarkan eksplisit agar istilah familiar tidak membawa asumsi yang keliru. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa kesetimbangan dianggap bergeser seperti benda ke kiri atau kanan. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti perubahan warna sistem kobalt dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $Q \rightarrow K$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi kesetimbangan dinamis. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

15.9.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Untuk mencegah hafalan tanpa makna, pergeseran kesetimbangan dipahami sebagai perubahan komposisi menuju keadaan setimbang baru akibat gangguan, bukan perpindahan fisik seluruh sistem. Gambar dan analogi dapat membantu sekaligus menyesatkan bila fitur

pemetaan dan batasnya tidak dijelaskan. Peserta didik perlu diminta menyebutkan bagian analogi yang sesuai dan yang tidak sesuai. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa kesetimbangan dianggap bergeser seperti benda ke kiri atau kanan. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti perubahan warna sistem kobalt dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $Q \rightarrow K$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi kesetimbangan dinamis. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pergeseran kesetimbangan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

15.9.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran

Konteks seperti perubahan warna sistem kobalt dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $Q \rightarrow K$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu

menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi kesetimbangan dinamis. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pergeseran kesetimbangan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam pembelajaran kimia SMA, pergeseran kesetimbangan dipahami sebagai perubahan komposisi menuju keadaan setimbang baru akibat gangguan, bukan perpindahan fisik seluruh sistem. Urutan buku teks, penyederhanaan guru, dan latihan algoritmik dapat memperkuat miskonsepsi secara tidak sengaja. Audit representasi dan bahasa pengajaran diperlukan sebelum menyalahkan peserta didik. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa kesetimbangan dianggap bergeser seperti benda ke kiri atau kanan. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

15.9.13 *Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka*

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pergeseran kesetimbangan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dari sudut pandang pedagogical content knowledge, pergeseran kesetimbangan dipahami sebagai perubahan komposisi menuju keadaan setimbang baru akibat gangguan, bukan perpindahan fisik seluruh sistem. Pertanyaan terbuka harus memancing prediksi, alasan, bukti, dan penjelasan mekanistik. Respons tertulis sebaiknya ditindaklanjuti dengan pertanyaan klarifikasi singkat. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa kesetimbangan dianggap bergeser seperti benda ke kiri atau kanan. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti perubahan warna sistem kobalt dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $Q \rightarrow K$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi kesetimbangan dinamis. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini

konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

15.9.14 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan

Pada tingkat makroskopik, pergeseran kesetimbangan dipahami sebagai perubahan komposisi menuju keadaan setimbang baru akibat gangguan, bukan perpindahan fisik seluruh sistem. Tes bertingkat memisahkan pilihan jawaban, alasan, dan keyakinan sehingga tebakan dapat dibedakan dari pemahaman. Distraktor harus berasal dari pola konsepsi yang benar-benar ditemukan dalam wawancara atau literatur. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa kesetimbangan dianggap bergeser seperti benda ke kiri atau kanan. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti perubahan warna sistem kobalt dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $Q \rightarrow K$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi kesetimbangan dinamis. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pergeseran kesetimbangan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan

membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

15.9.15 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi kesetimbangan dinamis. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pergeseran kesetimbangan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat submikroskopik, pergeseran kesetimbangan dipahami sebagai perubahan komposisi menuju keadaan setimbang baru akibat gangguan, bukan perpindahan fisik seluruh sistem. Tugas menggambar dan Predict-Observe-Explain mengungkap hubungan antara model mental dan fenomena. Perbedaan prediksi dan observasi tidak otomatis mengubah konsep tanpa fase penjelasan dan rekonsiliasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa kesetimbangan dianggap bergeser seperti benda ke kiri atau kanan. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti perubahan warna sistem kobalt dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $Q \rightarrow K$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

15.9.16 Analisis Respons dan Peta Bukti

Remediasi untuk pergeseran kesetimbangan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam representasi simbolik, pergeseran kesetimbangan dipahami sebagai perubahan komposisi menuju keadaan setimbang baru akibat gangguan, bukan perpindahan fisik seluruh sistem. Analisis respons perlu menggunakan peta bukti, bukan keputusan berdasarkan satu butir. Konsistensi lintas konteks, representasi, dan waktu menentukan kuat-lemahnya klaim diagnostik. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa kesetimbangan dianggap bergeser seperti benda ke kiri atau kanan. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti perubahan warna sistem kobalt dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $Q \rightarrow K$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi kesetimbangan dinamis. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan

pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

15.9.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa kesetimbangan dianggap bergeser seperti benda ke kiri atau kanan. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti perubahan warna sistem kobalt dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $Q \rightarrow K$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi kesetimbangan dinamis. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya,

jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pergeseran kesetimbangan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara diagnostik, pergeseran kesetimbangan dipahami sebagai perubahan komposisi menuju keadaan setimbang baru akibat gangguan, bukan perpindahan fisik seluruh sistem. Konflik kognitif efektif bila anomali dipahami, relevan, dan diikuti model alternatif yang lebih produktif. Kejutan tanpa dukungan dapat membuat peserta didik mengabaikan data atau menghafal pengecualian. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

15.9.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pergeseran kesetimbangan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara epistemologis, pergeseran kesetimbangan dipahami sebagai perubahan komposisi menuju keadaan setimbang baru akibat gangguan, bukan perpindahan fisik seluruh sistem. Representasi majemuk harus dikoordinasikan, bukan sekadar ditampilkan berdampingan. Prompt penghubung perlu menanyakan apa yang tetap, berubah, dan diwakili pada setiap bentuk. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa kesetimbangan dianggap bergeser seperti benda ke kiri atau kanan. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti perubahan warna sistem kobalt dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $Q \rightarrow K$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi kesetimbangan dinamis. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

15.9.19 Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam konteks laboratorium, pergeseran kesetimbangan dipahami sebagai perubahan komposisi menuju keadaan setimbang baru akibat gangguan, bukan perpindahan fisik seluruh sistem. Praktikum, simulasi, dan argumentasi memberi ruang untuk menguji klaim dengan data. Kegiatan harus dirancang agar variabel, prediksi, ketidakpastian, dan batas model dibahas secara eksplisit. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa kesetimbangan dianggap bergeser seperti benda ke kiri atau kanan. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti perubahan warna sistem kobalt dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan

kemudian ke representasi $Q \rightarrow K$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi kesetimbangan dinamis. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pergeseran kesetimbangan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

15.9.20 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut

Konteks seperti perubahan warna sistem kobalt dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $Q \rightarrow K$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi kesetimbangan dinamis. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh

Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pergeseran kesetimbangan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Ketika peserta didik memecahkan soal, pergeseran kesetimbangan dipahami sebagai perubahan komposisi menuju keadaan setimbang baru akibat gangguan, bukan perpindahan fisik seluruh sistem. Perubahan konseptual dinilai melalui transfer ke masalah baru dan retensi setelah jeda waktu. Tindak lanjut harus membedakan penguasaan prosedur dari kemampuan menjelaskan dan mengevaluasi bukti. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa kesetimbangan dianggap bergeser seperti benda ke kiri atau kanan. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Ringkasan Diagnostik 15.9

- Konsep sasaran: perubahan komposisi menuju keadaan setimbang baru akibat gangguan, bukan perpindahan fisik seluruh sistem.
- Miskonsepsi prioritas: kesetimbangan dianggap bergeser seperti benda ke kiri atau kanan.
- Representasi minimum: fenomena perubahan warna sistem kobalt, model partikel, dan simbol $Q \rightarrow K$.
- Bukti minimum: satu pertanyaan terbuka, satu butir bertingkat, satu tugas representasi, dan satu konteks transfer.
- Keputusan pedagogis: remediasi didasarkan pada pola alasan dan keyakinan, bukan pada skor tunggal.

15.10 Asas Le Chatelier

Subbab ini memusatkan perhatian pada asas le chatelier sebagai bagian dari jejaring konsep bab. Tujuannya adalah membangun definisi yang presisi, mengidentifikasi batas penerapan, mengungkap pola miskonsepsi, dan menyediakan perangkat diagnosis serta remediasi yang dapat diterapkan di kelas XI.

15.10.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep

Konteks seperti perubahan konsentrasi, tekanan, dan suhu dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi analisis Q dan K. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi kesetimbangan dan termodinamika. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk asas le chatelier perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam pembelajaran kimia SMA, asas le chatelier dipahami sebagai kaidah kualitatif untuk meramalkan respons sistem setimbang terhadap gangguan dengan batas penerapan yang jelas. Penjelasan harus dimulai dari definisi yang dapat dioperasionalkan dalam pengamatan,

perhitungan, dan komunikasi ilmiah. Batas konsep perlu dinyatakan agar istilah yang berdekatan tidak saling dipertukarkan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa asas dianggap gaya yang melawan semua perubahan secara sempurna. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

15.10.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk asas le chatelier perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dari sudut pandang pedagogical content knowledge, asas le chatelier dipahami sebagai kaidah kualitatif untuk meramalkan respons sistem setimbang terhadap gangguan dengan batas penerapan yang jelas. Konsep ini berada dalam jejaring pengetahuan, bukan unit hafalan yang berdiri sendiri. Prasyarat yang rapuh akan membuat peserta didik menggunakan aturan permukaan sebagai pengganti penalaran. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa asas dianggap gaya yang melawan semua perubahan secara sempurna. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti perubahan konsentrasi, tekanan, dan suhu dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi analisis Q dan K. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi kesetimbangan dan termodinamika. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

15.10.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan

Pada tingkat makroskopik, asas Le Chatelier dipahami sebagai kaidah kualitatif untuk meramalkan respons sistem setimbang terhadap gangguan dengan batas penerapan yang jelas. Fenomena makroskopik berfungsi sebagai sumber bukti, tetapi tidak dengan sendirinya menjelaskan mekanisme. Pengamatan harus dipisahkan dari inferensi agar peserta didik tidak menganggap kesan inderawi sebagai definisi ilmiah. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa asas dianggap gaya yang melawan semua perubahan secara sempurna. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti perubahan konsentrasi, tekanan, dan suhu dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi analisis Q dan K. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi kesetimbangan dan termodinamika. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk asas Le Chatelier perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

15.10.4 Model Submikroskopik

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi kesetimbangan dan termodinamika. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk asas Le Chatelier perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai

bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat submikroskopik, asas Le Chatelier dipahami sebagai kaidah kualitatif untuk meramalkan respons sistem setimbang terhadap gangguan dengan batas penerapan yang jelas. Model submikroskopik menjelaskan perilaku partikel, interaksi, distribusi, dan perubahan yang tidak tampak langsung. Model harus disebut sebagai representasi dengan asumsi dan keterbatasan, bukan foto literal realitas. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa asas dianggap gaya yang melawan semua perubahan secara sempurna. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti perubahan konsentrasi, tekanan, dan suhu dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi analisis Q dan K. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

15.10.5 Bahasa Simbolik dan Matematis

Remediasi untuk asas Le Chatelier perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam representasi simbolik, asas Le Chatelier dipahami sebagai kaidah kualitatif untuk meramalkan respons sistem setimbang terhadap gangguan dengan batas penerapan yang jelas. Simbol dan persamaan memadatkan hubungan kuantitatif, tetapi setiap tanda harus dihubungkan dengan makna fisiknya. Manipulasi aljabar tanpa interpretasi satuan, tanda, dan kondisi mudah menghasilkan jawaban benar secara kebetulan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa asas dianggap gaya yang melawan semua perubahan secara sempurna. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau

bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti perubahan konsentrasi, tekanan, dan suhu dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi analisis Q dan K. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi kesetimbangan dan termodinamika. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

15.10.6 Koordinasi Antarrepresentasi

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa asas dianggap gaya yang melawan semua perubahan secara sempurna. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti perubahan konsentrasi, tekanan, dan suhu dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi analisis Q dan K. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi kesetimbangan dan termodinamika. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk asas le chatelier perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara diagnostik, asas le chatelier dipahami sebagai kaidah kualitatif untuk meramalkan respons sistem setimbang terhadap gangguan dengan batas penerapan yang jelas. Pemahaman matang tampak ketika peserta didik dapat berpindah konsisten antara fenomena, partikel, simbol, grafik, dan bahasa verbal. Ketidakselarasan antarrepresentasi merupakan indikator penting adanya pengetahuan yang terfragmentasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

15.10.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk asas le chatelier perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara epistemologis, asas le chatelier dipahami sebagai kaidah kualitatif untuk meramalkan respons sistem setimbang terhadap gangguan dengan batas penerapan yang jelas. Contoh positif perlu dipasangkan dengan noncontoh dan kasus batas supaya kategori tidak dibangun dari satu ciri dangkal. Kasus batas menuntut peserta didik menjelaskan alasan, kondisi, dan tingkat idealisasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa asas dianggap gaya yang melawan semua perubahan secara sempurna. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti perubahan konsentrasi, tekanan, dan suhu dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi analisis Q dan K. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi kesetimbangan dan termodinamika. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

15.10.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam konteks laboratorium, asas le chatelier dipahami sebagai kaidah kualitatif untuk meramalkan respons sistem setimbang terhadap gangguan dengan batas penerapan yang jelas. Miskonsepsi inti biasanya masuk akal dari sudut pengalaman awal sehingga tidak efektif hanya diberi label salah. Guru perlu menemukan aturan intuitif yang digunakan dan menunjukkan di

mana aturan itu gagal. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa asas dianggap gaya yang melawan semua perubahan secara sempurna. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti perubahan konsentrasi, tekanan, dan suhu dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi analisis Q dan K. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi kesetimbangan dan termodinamika. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk asas Le Chatelier perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

15.10.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif

Konteks seperti perubahan konsentrasi, tekanan, dan suhu dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi analisis Q dan K. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi kesetimbangan dan termodinamika. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk asas le chatelier perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Ketika peserta didik memecahkan soal, asas le chatelier dipahami sebagai kaidah kualitatif untuk meramalkan respons sistem setimbang terhadap gangguan dengan batas penerapan yang jelas. Satu jawaban salah dapat muncul dari beberapa pola penalaran alternatif yang berbeda. Variasi respons perlu dipetakan berdasarkan alasan, representasi, dan tingkat keyakinan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa asas dianggap gaya yang melawan semua perubahan secara sempurna. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

15.10.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan

beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk asas le chatelier perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Untuk mencegah hafalan tanpa makna, asas le chatelier dipahami sebagai kaidah kualitatif untuk meramalkan respons sistem setimbang terhadap gangguan dengan batas penerapan yang jelas. Bahasa sehari-hari sering menggunakan kata yang sama dengan makna berbeda dari terminologi ilmiah. Peralihan register bahasa harus diajarkan eksplisit agar istilah familiar tidak membawa asumsi yang keliru. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa asas dianggap gaya yang melawan semua perubahan secara sempurna. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti perubahan konsentrasi, tekanan, dan suhu dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi analisis Q dan K. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi kesetimbangan dan termodinamika. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

15.10.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi

Dalam pembelajaran kimia SMA, asas Le Chatelier dipahami sebagai kaidah kualitatif untuk meramalkan respons sistem setimbang terhadap gangguan dengan batas penerapan yang jelas. Gambar dan analogi dapat membantu sekaligus menyesatkan bila fitur pemetaan dan batasnya tidak dijelaskan. Peserta didik perlu diminta menyebutkan bagian analogi yang sesuai dan yang tidak sesuai. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa asas dianggap gaya yang melawan semua perubahan secara sempurna. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti perubahan konsentrasi, tekanan, dan suhu dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi analisis Q dan K. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi kesetimbangan dan termodinamika. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk asas Le Chatelier perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

15.10.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi kesetimbangan dan termodinamika. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk asas Le Chatelier perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dari sudut pandang pedagogical content knowledge, asas Le Chatelier dipahami sebagai kaidah kualitatif untuk meramalkan respons sistem setimbang terhadap gangguan dengan batas penerapan yang jelas. Urutan buku teks, penyederhanaan guru, dan latihan algoritmik dapat memperkuat miskonsepsi secara tidak sengaja. Audit representasi dan bahasa pengajaran diperlukan sebelum menyalahkan peserta didik. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa asas dianggap gaya yang melawan semua perubahan secara sempurna. Anggapan tersebut dapat bertahan karena

memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti perubahan konsentrasi, tekanan, dan suhu dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi analisis Q dan K. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

15.10.13 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka

Remediasi untuk asas Le Chatelier perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat makroskopik, asas Le Chatelier dipahami sebagai kaidah kualitatif untuk meramalkan respons sistem setimbang terhadap gangguan dengan batas penerapan yang jelas. Pertanyaan terbuka harus memancing prediksi, alasan, bukti, dan penjelasan mekanistik. Respons tertulis sebaiknya ditindaklanjuti dengan pertanyaan klarifikasi singkat. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa asas dianggap gaya yang melawan semua perubahan secara sempurna. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti perubahan konsentrasi, tekanan, dan suhu dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi analisis Q dan K. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi kesetimbangan dan termodinamika. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

15.10.14 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa asas dianggap gaya yang melawan semua perubahan secara sempurna. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti perubahan konsentrasi, tekanan, dan suhu dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi analisis Q dan K. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi kesetimbangan dan termodinamika. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk asas le chatelier perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat submikroskopik, asas le chatelier dipahami sebagai kaidah kualitatif untuk meramalkan respons sistem setimbang terhadap gangguan dengan batas penerapan yang jelas. Tes bertingkat memisahkan pilihan jawaban, alasan, dan keyakinan sehingga tebakan dapat dibedakan dari pemahaman. Distraktor harus berasal dari pola konsepsi yang benar-benar ditemukan dalam wawancara atau literatur. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

15.10.15 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk asas le chatelier perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam representasi simbolik, asas le chatelier dipahami sebagai kaidah kualitatif untuk meramalkan respons sistem setimbang terhadap gangguan dengan batas penerapan yang jelas.

Tugas menggambar dan Predict-Observe-Explain mengungkap hubungan antara model mental dan fenomena. Perbedaan prediksi dan observasi tidak otomatis mengubah konsep tanpa fase penjelasan dan rekonsiliasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa asas dianggap gaya yang melawan semua perubahan secara sempurna. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti perubahan konsentrasi, tekanan, dan suhu dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi analisis Q dan K. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi kesetimbangan dan termodinamika. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

15.10.16 Analisis Respons dan Peta Bukti

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara diagnostik, asas Le Chatelier dipahami sebagai kaidah kualitatif untuk meramalkan respons sistem setimbang terhadap gangguan dengan batas penerapan yang jelas. Analisis respons perlu menggunakan peta bukti, bukan keputusan berdasarkan satu butir. Konsistensi lintas konteks, representasi, dan waktu menentukan kuat-lemahnya klaim diagnostik. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa asas dianggap gaya yang melawan semua perubahan secara sempurna. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti perubahan konsentrasi, tekanan, dan suhu dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi analisis Q dan K. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik

perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi kesetimbangan dan termodinamika. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk asas Le Chatelier perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

15.10.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah

Konteks seperti perubahan konsentrasi, tekanan, dan suhu dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi analisis Q dan K. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi kesetimbangan dan termodinamika. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh

Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk asas le chatelier perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara epistemologis, asas le chatelier dipahami sebagai kaidah kualitatif untuk meramalkan respons sistem setimbang terhadap gangguan dengan batas penerapan yang jelas. Konflik kognitif efektif bila anomali dipahami, relevan, dan diikuti model alternatif yang lebih produktif. Kejutan tanpa dukungan dapat membuat peserta didik mengabaikan data atau menghafal pengecualian. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa asas dianggap gaya yang melawan semua perubahan secara sempurna. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

15.10.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk asas le chatelier perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam konteks laboratorium, asas Le Chatelier dipahami sebagai kaidah kualitatif untuk meramalkan respons sistem setimbang terhadap gangguan dengan batas penerapan yang jelas. Representasi majemuk harus dikoordinasikan, bukan sekadar ditampilkan berdampingan. Prompt penghubung perlu menanyakan apa yang tetap, berubah, dan diwakili pada setiap bentuk. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa asas dianggap gaya yang melawan semua perubahan secara sempurna. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti perubahan konsentrasi, tekanan, dan suhu dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi analisis Q dan K. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi kesetimbangan dan termodinamika. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

15.10.19 Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif

Ketika peserta didik memecahkan soal, asas Le Chatelier dipahami sebagai kaidah kualitatif untuk meramalkan respons sistem setimbang terhadap gangguan dengan batas penerapan yang jelas. Praktikum, simulasi, dan argumentasi memberi ruang untuk menguji klaim dengan data. Kegiatan harus dirancang agar variabel, prediksi, ketidakpastian, dan batas model dibahas secara eksplisit. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa asas dianggap gaya yang melawan semua perubahan secara sempurna. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti perubahan konsentrasi, tekanan, dan suhu dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi analisis Q dan K. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi kesetimbangan dan termodinamika. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk asas Le Chatelier perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

15.10.20 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi kesetimbangan dan termodinamika. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya

dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk asas le chatelier perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Untuk mencegah hafalan tanpa makna, asas le chatelier dipahami sebagai kaidah kualitatif untuk meramalkan respons sistem setimbang terhadap gangguan dengan batas penerapan yang jelas. Perubahan konseptual dinilai melalui transfer ke masalah baru dan retensi setelah jeda waktu. Tindak lanjut harus membedakan penguasaan prosedur dari kemampuan menjelaskan dan mengevaluasi bukti. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa asas dianggap gaya yang melawan semua perubahan secara sempurna. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti perubahan konsentrasi, tekanan, dan suhu dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi analisis Q dan K. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Ringkasan Diagnostik 15.10

- Konsep sasaran: kaidah kualitatif untuk meramalkan respons sistem setimbang terhadap gangguan dengan batas penerapan yang jelas.
- Miskonsepsi prioritas: asas dianggap gaya yang melawan semua perubahan secara sempurna.
- Representasi minimum: fenomena perubahan konsentrasi, tekanan, dan suhu, model partikel, dan simbol analisis Q dan K.
- Bukti minimum: satu pertanyaan terbuka, satu butir bertingkat, satu tugas representasi, dan satu konteks transfer.
- Keputusan pedagogis: remediasi didasarkan pada pola alasan dan keyakinan, bukan pada skor tunggal.

15.11 Pengaruh Konsentrasi

Subbab ini memusatkan perhatian pada pengaruh konsentrasi sebagai bagian dari jejaring konsep bab. Tujuannya adalah membangun definisi yang presisi, mengidentifikasi batas penerapan, mengungkap pola miskonsepsi, dan menyediakan perangkat diagnosis serta remediasi yang dapat diterapkan di kelas XI.

15.11.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi stoikiometri dan tetapan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pengaruh konsentrasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dari sudut pandang pedagogical content knowledge, pengaruh konsentrasi dipahami sebagai penambahan atau pengurangan spesies mengubah Q dan memicu respons komposisi hingga Q kembali sama dengan K . Penjelasan harus dimulai dari definisi yang dapat dioperasionalkan dalam pengamatan, perhitungan, dan komunikasi ilmiah. Batas konsep perlu dinyatakan agar istilah yang berdekatan tidak saling dipertukarkan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa penambahan reaktan dianggap selalu menaikkan K . Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti sistem Fe^{3+} - SCN^- dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi Q_c . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

15.11.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat

Remediasi untuk pengaruh konsentrasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat makroskopik, pengaruh konsentrasi dipahami sebagai penambahan atau pengurangan spesies mengubah Q dan memicu respons komposisi hingga Q kembali sama dengan K . Konsep ini berada dalam jejaring pengetahuan, bukan unit hafalan yang berdiri sendiri. Prasyarat yang rapuh akan membuat peserta didik menggunakan aturan permukaan sebagai pengganti penalaran. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa penambahan reaktan dianggap selalu menaikkan K . Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah.

Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti sistem $\text{Fe}^{3+}\text{-SCN}^-$ dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi Q_c. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi stoikiometri dan tetapan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

15.11.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa penambahan reaktan dianggap selalu menaikkan K. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti sistem $\text{Fe}^{3+}\text{-SCN}^-$ dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi Q_c. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi stoikiometri dan tetapan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan

tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pengaruh konsentrasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat submikroskopik, pengaruh konsentrasi dipahami sebagai penambahan atau pengurangan spesies mengubah Q dan memicu respons komposisi hingga Q kembali sama dengan K . Fenomena makroskopik berfungsi sebagai sumber bukti, tetapi tidak dengan sendirinya menjelaskan mekanisme. Pengamatan harus dipisahkan dari inferensi agar peserta didik tidak menganggap kesan inderawi sebagai definisi ilmiah. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

15.11.4 Model Submikroskopik

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pengaruh konsentrasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan

membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam representasi simbolik, pengaruh konsentrasi dipahami sebagai penambahan atau pengurangan spesies mengubah Q dan memicu respons komposisi hingga Q kembali sama dengan K . Model submikroskopik menjelaskan perilaku partikel, interaksi, distribusi, dan perubahan yang tidak tampak langsung. Model harus disebut sebagai representasi dengan asumsi dan keterbatasan, bukan foto literal realitas. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa penambahan reaktan dianggap selalu menaikkan K . Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti sistem Fe^{3+} - SCN^- dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi Q_c . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi stoikiometri dan tetapan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

15.11.5 Bahasa Simbolik dan Matematis

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara diagnostik, pengaruh konsentrasi dipahami sebagai penambahan atau pengurangan spesies mengubah Q dan memicu respons komposisi hingga Q kembali sama dengan K . Simbol dan persamaan memadatkan hubungan kuantitatif, tetapi setiap tanda harus dihubungkan dengan makna fisisnya. Manipulasi aljabar tanpa interpretasi satuan, tanda, dan kondisi mudah menghasilkan jawaban benar secara kebetulan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa

definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa penambahan reaktan dianggap selalu menaikkan K . Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti sistem Fe^{3+} - SCN^- dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi Q_c . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi stoikiometri dan tetapan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pengaruh konsentrasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

15.11.6 Koordinasi Antarrepresentasi

Konteks seperti sistem Fe^{3+} - SCN^- dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi Q_c . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi stoikiometri dan tetapan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk

memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pengaruh konsentrasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara epistemologis, pengaruh konsentrasi dipahami sebagai penambahan atau pengurangan spesies mengubah Q dan memicu respons komposisi hingga Q kembali sama dengan K . Pemahaman matang tampak ketika peserta didik dapat berpindah konsisten antara fenomena, partikel, simbol, grafik, dan bahasa verbal. Ketidakselarasan antarrepresentasi merupakan indikator penting adanya pengetahuan yang terfragmentasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa penambahan reaktan dianggap selalu menaikkan K . Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

15.11.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya,

jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pengaruh konsentrasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam konteks laboratorium, pengaruh konsentrasi dipahami sebagai penambahan atau pengurangan spesies mengubah Q dan memicu respons komposisi hingga Q kembali sama dengan K . Contoh positif perlu dipasangkan dengan noncontoh dan kasus batas supaya kategori tidak dibangun dari satu ciri dangkal. Kasus batas menuntut peserta didik menjelaskan alasan, kondisi, dan tingkat idealisasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa penambahan reaktan dianggap selalu menaikkan K . Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti sistem $\text{Fe}^{3+}\text{-SCN}^-$ dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi Q_c . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi stoikiometri dan tetapan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

15.11.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul

Ketika peserta didik memecahkan soal, pengaruh konsentrasi dipahami sebagai penambahan atau pengurangan spesies mengubah Q dan memicu respons komposisi hingga Q kembali sama dengan K . Miskonsepsi inti biasanya masuk akal dari sudut pengalaman awal sehingga tidak efektif hanya diberi label salah. Guru perlu menemukan aturan intuitif yang digunakan dan menunjukkan di mana aturan itu gagal. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa penambahan reaktan dianggap selalu menaikkan K . Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti sistem $\text{Fe}^{3+}\text{-SCN}^-$ dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi Q_c . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi stoikiometri dan tetapan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pengaruh konsentrasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai

bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

15.11.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi stoikiometri dan tetapan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pengaruh konsentrasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Untuk mencegah hafalan tanpa makna, pengaruh konsentrasi dipahami sebagai penambahan atau pengurangan spesies mengubah Q dan memicu respons komposisi hingga Q kembali sama dengan K . Satu jawaban salah dapat muncul dari beberapa pola penalaran alternatif yang berbeda. Variasi respons perlu dipetakan berdasarkan alasan, representasi, dan tingkat keyakinan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa penambahan reaktan dianggap selalu menaikkan K . Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti sistem $\text{Fe}^{3+}\text{-SCN}^-$ dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi Q_c . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

15.11.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari

Remediasi untuk pengaruh konsentrasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam pembelajaran kimia SMA, pengaruh konsentrasi dipahami sebagai penambahan atau pengurangan spesies mengubah Q dan memicu respons komposisi hingga Q kembali sama dengan K . Bahasa sehari-hari sering menggunakan kata yang sama dengan makna berbeda dari terminologi ilmiah. Peralihan register bahasa harus diajarkan eksplisit agar istilah familiar tidak membawa asumsi yang keliru. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa penambahan reaktan dianggap selalu menaikkan K . Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti sistem $\text{Fe}^{3+}\text{-SCN}^-$ dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi Q_c . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi stoikiometri dan tetapan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh

Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

15.11.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa penambahan reaktan dianggap selalu menaikkan K . Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti sistem $\text{Fe}^{3+}\text{-SCN}^-$ dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi Q_c . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi stoikiometri dan tetapan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pengaruh konsentrasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dari sudut pandang pedagogical content knowledge, pengaruh konsentrasi dipahami sebagai penambahan atau pengurangan spesies mengubah Q dan memicu respons komposisi hingga Q kembali sama dengan K . Gambar dan analogi dapat membantu sekaligus menyesatkan bila fitur pemetaan dan batasnya tidak dijelaskan. Peserta didik perlu diminta menyebutkan bagian analogi yang sesuai dan yang tidak sesuai. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

15.11.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pengaruh konsentrasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat makroskopik, pengaruh konsentrasi dipahami sebagai penambahan atau pengurangan spesies mengubah Q dan memicu respons komposisi hingga Q kembali sama dengan K . Urutan buku teks, penyederhanaan guru, dan latihan algoritmik dapat memperkuat miskonsepsi secara tidak sengaja. Audit representasi dan bahasa pengajaran diperlukan sebelum menyalahkan peserta didik. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa penambahan reaktan dianggap selalu menaikkan K . Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat

terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti sistem $\text{Fe}^{3+}\text{-SCN}^-$ dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi Q_c . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi stoikiometri dan tetapan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

15.11.13 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat submikroskopik, pengaruh konsentrasi dipahami sebagai penambahan atau pengurangan spesies mengubah Q dan memicu respons komposisi hingga Q kembali sama dengan K . Pertanyaan terbuka harus memancing prediksi, alasan, bukti, dan penjelasan mekanistik. Respons tertulis sebaiknya ditindaklanjuti dengan pertanyaan klarifikasi singkat. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa penambahan reaktan dianggap selalu menaikkan K . Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti sistem $\text{Fe}^{3+}\text{-SCN}^-$ dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi Q_c . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi stoikiometri dan tetapan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan

tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pengaruh konsentrasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

15.11.14 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan

Konteks seperti sistem $\text{Fe}^{3+}\text{-SCN}^-$ dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi Q_c . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi stoikiometri dan tetapan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pengaruh konsentrasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus

menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam representasi simbolik, pengaruh konsentrasi dipahami sebagai penambahan atau pengurangan spesies mengubah Q dan memicu respons komposisi hingga Q kembali sama dengan K . Tes bertingkat memisahkan pilihan jawaban, alasan, dan keyakinan sehingga tebakan dapat dibedakan dari pemahaman. Distraktor harus berasal dari pola konsepsi yang benar-benar ditemukan dalam wawancara atau literatur. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa penambahan reaktan dianggap selalu menaikkan K . Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

15.11.15 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pengaruh konsentrasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara diagnostik, pengaruh konsentrasi dipahami sebagai penambahan atau pengurangan spesies mengubah Q dan memicu respons komposisi hingga Q kembali sama dengan K . Tugas menggambar dan Predict-Observe-Explain mengungkap hubungan antara model mental dan fenomena. Perbedaan prediksi dan observasi tidak otomatis mengubah konsep tanpa fase penjelasan dan rekonsiliasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa penambahan reaktan dianggap selalu menaikkan K . Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti sistem $\text{Fe}^{3+}\text{-SCN}^-$ dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi Q_c . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi stoikiometri dan tetapan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

15.11.16 Analisis Respons dan Peta Bukti

Secara epistemologis, pengaruh konsentrasi dipahami sebagai penambahan atau pengurangan spesies mengubah Q dan memicu respons komposisi hingga Q kembali sama dengan K . Analisis respons perlu menggunakan peta bukti, bukan keputusan berdasarkan satu butir. Konsistensi lintas konteks, representasi, dan waktu menentukan kuat-lemahnya klaim diagnostik. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa penambahan reaktan dianggap selalu menaikkan K . Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti sistem $\text{Fe}^{3+}\text{-SCN}^-$ dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi Q_c . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi stoikiometri dan tetapan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan

pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pengaruh konsentrasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

15.11.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi stoikiometri dan tetapan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pengaruh konsentrasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam konteks laboratorium, pengaruh konsentrasi dipahami sebagai penambahan atau pengurangan spesies mengubah Q dan memicu respons komposisi hingga Q kembali sama dengan K . Konflik kognitif efektif bila anomali dipahami, relevan, dan diikuti model alternatif yang lebih produktif. Kejutan tanpa dukungan dapat membuat peserta didik mengabaikan data atau menghafal pengecualian. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa penambahan reaktan dianggap selalu menaikkan K . Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti sistem Fe^{3+} - SCN^- dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi Q_c . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

15.11.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk

Remediasi untuk pengaruh konsentrasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Ketika peserta didik memecahkan soal, pengaruh konsentrasi dipahami sebagai penambahan atau pengurangan spesies mengubah Q dan memicu respons komposisi hingga Q kembali sama dengan K . Representasi majemuk harus dikoordinasikan, bukan sekadar ditampilkan berdampingan. Prompt penghubung perlu menanyakan apa yang tetap, berubah, dan diwakili

pada setiap bentuk. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa penambahan reaktan dianggap selalu menaikkan K . Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti sistem $\text{Fe}^{3+}\text{-SCN}^-$ dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi Q_c . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi stoikiometri dan tetapan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

15.11.19 Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa penambahan reaktan dianggap selalu menaikkan K . Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti sistem $\text{Fe}^{3+}\text{-SCN}^-$ dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi Q_c . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi stoikiometri dan tetapan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk

memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pengaruh konsentrasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Untuk mencegah hafalan tanpa makna, pengaruh konsentrasi dipahami sebagai penambahan atau pengurangan spesies mengubah Q dan memicu respons komposisi hingga Q kembali sama dengan K . Praktikum, simulasi, dan argumentasi memberi ruang untuk menguji klaim dengan data. Kegiatan harus dirancang agar variabel, prediksi, ketidakpastian, dan batas model dibahas secara eksplisit. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

15.11.20 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya,

jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pengaruh konsentrasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam pembelajaran kimia SMA, pengaruh konsentrasi dipahami sebagai penambahan atau pengurangan spesies mengubah Q dan memicu respons komposisi hingga Q kembali sama dengan K . Perubahan konseptual dinilai melalui transfer ke masalah baru dan retensi setelah jeda waktu. Tindak lanjut harus membedakan penguasaan prosedur dari kemampuan menjelaskan dan mengevaluasi bukti. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa penambahan reaktan dianggap selalu menaikkan K . Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti sistem $\text{Fe}^{3+}\text{-SCN}^-$ dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi Q_c . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi stoikiometri dan tetapan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Ringkasan Diagnostik 15.11

- Konsep sasaran: penambahan atau pengurangan spesies mengubah Q dan memicu respons komposisi hingga Q kembali sama dengan K .
- Miskonsepsi prioritas: penambahan reaktan dianggap selalu menaikkan K .
- Representasi minimum: fenomena sistem $\text{Fe}^{3+}\text{-SCN}^-$, model partikel, dan simbol Q_c .
- Bukti minimum: satu pertanyaan terbuka, satu butir bertingkat, satu tugas representasi, dan satu konteks transfer.

- Keputusan pedagogis: remediasi didasarkan pada pola alasan dan keyakinan, bukan pada skor tunggal.

15.12 Pengaruh Tekanan dan Volume

Subbab ini memusatkan perhatian pada pengaruh tekanan dan volume sebagai bagian dari jejaring konsep bab. Tujuannya adalah membangun definisi yang presisi, mengidentifikasi batas penerapan, mengungkap pola miskonsepsi, dan menyediakan perangkat diagnosis serta remediasi yang dapat diterapkan di kelas XI.

15.12.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pengaruh tekanan dan volume perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat makroskopik, pengaruh tekanan dan volume dipahami sebagai perubahan volume memengaruhi tekanan parsial gas dan Q sesuai perubahan jumlah mol gas. Penjelasan harus dimulai dari definisi yang dapat dioperasionalkan dalam pengamatan, perhitungan, dan komunikasi ilmiah. Batas konsep perlu dinyatakan agar istilah yang berdekatan tidak saling dipertukarkan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa tekanan dianggap menggeser semua kesetimbangan gas tanpa memperhatikan Δn_{gas} . Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang

diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti sistem $\text{N}_2\text{O}_4/\text{NO}_2$ dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi Q_p dan Δn_{gas} . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi gas ideal. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

15.12.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat submikroskopik, pengaruh tekanan dan volume dipahami sebagai perubahan volume memengaruhi tekanan parsial gas dan Q sesuai perubahan jumlah mol gas. Konsep ini berada dalam jejaring pengetahuan, bukan unit hafalan yang berdiri sendiri. Prasyarat yang rapuh akan membuat peserta didik menggunakan aturan permukaan sebagai pengganti penalaran. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa tekanan dianggap menggeser semua kesetimbangan gas tanpa memperhatikan Δn_{gas} . Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti sistem $\text{N}_2\text{O}_4/\text{NO}_2$ dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi Q_p dan Δn_{gas} . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi gas ideal. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan

tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pengaruh tekanan dan volume perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

15.12.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan

Konteks seperti sistem $\text{N}_2\text{O}_4/\text{NO}_2$ dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi Q_p dan Δn_{gas} . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi gas ideal. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pengaruh tekanan dan volume perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus

menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam representasi simbolik, pengaruh tekanan dan volume dipahami sebagai perubahan volume memengaruhi tekanan parsial gas dan Q sesuai perubahan jumlah mol gas. Fenomena makroskopik berfungsi sebagai sumber bukti, tetapi tidak dengan sendirinya menjelaskan mekanisme. Pengamatan harus dipisahkan dari inferensi agar peserta didik tidak menganggap kesan inderawi sebagai definisi ilmiah. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa tekanan dianggap menggeser semua kesetimbangan gas tanpa memperhatikan Δn_{gas} . Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

15.12.4 Model Submikroskopik

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pengaruh tekanan dan volume perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara diagnostik, pengaruh tekanan dan volume dipahami sebagai perubahan volume memengaruhi tekanan parsial gas dan Q sesuai perubahan jumlah mol gas. Model submikroskopik menjelaskan perilaku partikel, interaksi, distribusi, dan perubahan yang tidak tampak langsung. Model harus disebut sebagai representasi dengan asumsi dan keterbatasan, bukan foto literal realitas. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa tekanan dianggap menggeser semua kesetimbangan gas tanpa memperhatikan Δn_{gas} . Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti sistem $\text{N}_2\text{O}_4/\text{NO}_2$ dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi Q_p dan Δn_{gas} . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi gas ideal. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

15.12.5 Bahasa Simbolik dan Matematis

Secara epistemologis, pengaruh tekanan dan volume dipahami sebagai perubahan volume memengaruhi tekanan parsial gas dan Q sesuai perubahan jumlah mol gas. Simbol dan persamaan memadatkan hubungan kuantitatif, tetapi setiap tanda harus dihubungkan dengan makna fisisnya. Manipulasi aljabar tanpa interpretasi satuan, tanda, dan kondisi mudah menghasilkan jawaban benar secara kebetulan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa tekanan dianggap menggeser semua kesetimbangan gas tanpa memperhatikan Δn_{gas} . Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti sistem $\text{N}_2\text{O}_4/\text{NO}_2$ dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi Q_p dan Δn_{gas} . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi gas ideal. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pengaruh tekanan dan volume perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

15.12.6 Koordinasi Antarrepresentasi

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi gas ideal. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan

beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pengaruh tekanan dan volume perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam konteks laboratorium, pengaruh tekanan dan volume dipahami sebagai perubahan volume memengaruhi tekanan parsial gas dan Q sesuai perubahan jumlah mol gas. Pemahaman matang tampak ketika peserta didik dapat berpindah konsisten antara fenomena, partikel, simbol, grafik, dan bahasa verbal. Ketidakselarasan antarrepresentasi merupakan indikator penting adanya pengetahuan yang terfragmentasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa tekanan dianggap menggeser semua kesetimbangan gas tanpa memperhatikan Δn_{gas} . Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti sistem $\text{N}_2\text{O}_4/\text{NO}_2$ dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi Q_p dan Δn_{gas} . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

15.12.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas

Remediasi untuk pengaruh tekanan dan volume perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Ketika peserta didik memecahkan soal, pengaruh tekanan dan volume dipahami sebagai perubahan volume memengaruhi tekanan parsial gas dan Q sesuai perubahan jumlah mol gas. Contoh positif perlu dipasangkan dengan noncontoh dan kasus batas supaya kategori tidak dibangun dari satu ciri dangkal. Kasus batas menuntut peserta didik menjelaskan alasan, kondisi, dan tingkat idealisasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa tekanan dianggap menggeser semua kesetimbangan gas tanpa memperhatikan Δn_{gas} . Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti sistem $\text{N}_2\text{O}_4/\text{NO}_2$ dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi Q_p dan Δn_{gas} . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi gas ideal. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

15.12.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa tekanan dianggap menggeser semua kesetimbangan gas tanpa memperhatikan Δn_{gas} . Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti sistem $\text{N}_2\text{O}_4/\text{NO}_2$ dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi Q_p dan Δn_{gas} . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi gas ideal. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pengaruh tekanan dan volume perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Untuk mencegah hafalan tanpa makna, pengaruh tekanan dan volume dipahami sebagai perubahan volume memengaruhi tekanan parsial gas dan Q sesuai perubahan jumlah mol gas. Miskonsepsi ini biasanya masuk akal dari sudut pengalaman awal sehingga tidak efektif hanya diberi label salah. Guru perlu menemukan aturan intuitif yang digunakan dan menunjukkan di mana aturan itu gagal. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

15.12.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini

konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pengaruh tekanan dan volume perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam pembelajaran kimia SMA, pengaruh tekanan dan volume dipahami sebagai perubahan volume memengaruhi tekanan parsial gas dan Q sesuai perubahan jumlah mol gas. Satu jawaban salah dapat muncul dari beberapa pola penalaran alternatif yang berbeda. Variasi respons perlu dipetakan berdasarkan alasan, representasi, dan tingkat keyakinan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa tekanan dianggap menggeser semua kesetimbangan gas tanpa memperhatikan Δn_{gas} . Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti sistem $\text{N}_2\text{O}_4/\text{NO}_2$ dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi Q_p dan Δn_{gas} . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi gas ideal. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

15.12.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dari sudut pandang pedagogical content knowledge, pengaruh tekanan dan volume dipahami sebagai perubahan volume memengaruhi tekanan parsial gas dan Q sesuai perubahan jumlah mol gas. Bahasa sehari-hari sering menggunakan kata yang sama dengan makna berbeda dari terminologi ilmiah. Peralihan register bahasa harus diajarkan eksplisit agar istilah familiar tidak membawa asumsi yang keliru. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa tekanan dianggap menggeser semua kesetimbangan gas tanpa memperhatikan Δn_{gas} . Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti sistem $\text{N}_2\text{O}_4/\text{NO}_2$ dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi Q_p dan Δn_{gas} . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi gas ideal. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pengaruh tekanan dan volume perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan

membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

15.12.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi

Konteks seperti sistem $\text{N}_2\text{O}_4/\text{NO}_2$ dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi Q_p dan Δn_{gas} . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi gas ideal. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pengaruh tekanan dan volume perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat makroskopik, pengaruh tekanan dan volume dipahami sebagai perubahan volume memengaruhi tekanan parsial gas dan Q sesuai perubahan jumlah mol gas. Gambar dan analogi dapat membantu sekaligus menyesatkan bila fitur pemetaan dan batasnya tidak dijelaskan. Peserta didik perlu diminta menyebut bagian analogi yang sesuai dan yang tidak sesuai. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa tekanan dianggap menggeser semua kesetimbangan gas tanpa memperhatikan Δn_{gas} . Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

15.12.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pengaruh tekanan dan volume perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat submikroskopik, pengaruh tekanan dan volume dipahami sebagai perubahan volume memengaruhi tekanan parsial gas dan Q sesuai perubahan jumlah mol gas. Urutan buku teks, penyederhanaan guru, dan latihan algoritmik dapat memperkuat miskonsepsi secara tidak sengaja. Audit representasi dan bahasa pengajaran diperlukan sebelum menyalahkan peserta didik. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa tekanan dianggap menggeser semua kesetimbangan gas tanpa memperhatikan Δn_{gas} . Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti sistem $\text{N}_2\text{O}_4/\text{NO}_2$ dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi Q_p dan Δn_{gas} . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi gas ideal. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa

prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

15.12.13 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka

Dalam representasi simbolik, pengaruh tekanan dan volume dipahami sebagai perubahan volume memengaruhi tekanan parsial gas dan Q sesuai perubahan jumlah mol gas. Pertanyaan terbuka harus memancing prediksi, alasan, bukti, dan penjelasan mekanistik. Respons tertulis sebaiknya ditindaklanjuti dengan pertanyaan klarifikasi singkat. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa tekanan dianggap menggeser semua kesetimbangan gas tanpa memperhatikan Δn_{gas} . Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti sistem $\text{N}_2\text{O}_4/\text{NO}_2$ dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi Q_p dan Δn_{gas} . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi gas ideal. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan

beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pengaruh tekanan dan volume perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

15.12.14 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi gas ideal. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pengaruh tekanan dan volume perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara diagnostik, pengaruh tekanan dan volume dipahami sebagai perubahan volume memengaruhi tekanan parsial gas dan Q sesuai perubahan jumlah mol gas. Tes bertingkat memisahkan pilihan jawaban, alasan, dan keyakinan sehingga tebakan dapat dibedakan dari pemahaman. Distraktor harus berasal dari pola konsepsi yang benar-benar ditemukan dalam wawancara atau literatur. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa tekanan dianggap menggeser semua kesetimbangan gas tanpa memperhatikan Δn_{gas} . Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti sistem $\text{N}_2\text{O}_4/\text{NO}_2$ dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi Q_p dan Δn_{gas} . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

15.12.15 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain

Remediasi untuk pengaruh tekanan dan volume perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara epistemologis, pengaruh tekanan dan volume dipahami sebagai perubahan volume memengaruhi tekanan parsial gas dan Q sesuai perubahan jumlah mol gas. Tugas menggambar dan Predict-Observe-Explain mengungkap hubungan antara model mental dan fenomena. Perbedaan prediksi dan observasi tidak otomatis mengubah konsep tanpa fase penjelasan dan rekonsiliasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa tekanan dianggap menggeser semua kesetimbangan gas tanpa memperhatikan Δn_{gas} . Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti sistem $\text{N}_2\text{O}_4/\text{NO}_2$ dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi Q_p dan Δn_{gas} . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi gas ideal. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

15.12.16 Analisis Respons dan Peta Bukti

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa tekanan dianggap menggeser semua kesetimbangan gas tanpa memperhatikan Δn_{gas} . Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti sistem $\text{N}_2\text{O}_4/\text{NO}_2$ dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi Q_p dan Δn_{gas} . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi gas ideal. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini

konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pengaruh tekanan dan volume perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam konteks laboratorium, pengaruh tekanan dan volume dipahami sebagai perubahan volume memengaruhi tekanan parsial gas dan Q sesuai perubahan jumlah mol gas. Analisis respons perlu menggunakan peta bukti, bukan keputusan berdasarkan satu butir. Konsistensi lintas konteks, representasi, dan waktu menentukan kuat-lemahnya klaim diagnostik. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

15.12.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pengaruh tekanan dan volume perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus

menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Ketika peserta didik memecahkan soal, pengaruh tekanan dan volume dipahami sebagai perubahan volume memengaruhi tekanan parsial gas dan Q sesuai perubahan jumlah mol gas. Konflik kognitif efektif bila anomali dipahami, relevan, dan diikuti model alternatif yang lebih produktif. Kejutan tanpa dukungan dapat membuat peserta didik mengabaikan data atau menghafal pengecualian. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa tekanan dianggap menggeser semua kesetimbangan gas tanpa memperhatikan Δn_{gas} . Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti sistem $\text{N}_2\text{O}_4/\text{NO}_2$ dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi Q_p dan Δn_{gas} . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi gas ideal. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

15.12.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Untuk mencegah hafalan tanpa makna, pengaruh tekanan dan volume dipahami sebagai perubahan volume memengaruhi tekanan parsial gas dan Q sesuai perubahan jumlah mol gas. Representasi majemuk harus dikoordinasikan, bukan sekadar ditampilkan berdampingan. Prompt penghubung perlu menanyakan apa yang tetap, berubah, dan diwakili pada setiap bentuk. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa tekanan dianggap menggeser semua kesetimbangan gas tanpa memperhatikan Δn_{gas} . Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti sistem $\text{N}_2\text{O}_4/\text{NO}_2$ dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi Q_p dan Δn_{gas} . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi gas ideal. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pengaruh tekanan dan volume perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

15.12.19 Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif

Konteks seperti sistem $\text{N}_2\text{O}_4/\text{NO}_2$ dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi Q_p dan Δn_{gas} . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi gas ideal. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul

konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pengaruh tekanan dan volume perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam pembelajaran kimia SMA, pengaruh tekanan dan volume dipahami sebagai perubahan volume memengaruhi tekanan parsial gas dan Q sesuai perubahan jumlah mol gas. Praktikum, simulasi, dan argumentasi memberi ruang untuk menguji klaim dengan data. Kegiatan harus dirancang agar variabel, prediksi, ketidakpastian, dan batas model dibahas secara eksplisit. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa tekanan dianggap menggeser semua kesetimbangan gas tanpa memperhatikan Δn_{gas} . Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

15.12.20 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya,

jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pengaruh tekanan dan volume perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dari sudut pandang pedagogical content knowledge, pengaruh tekanan dan volume dipahami sebagai perubahan volume memengaruhi tekanan parsial gas dan Q sesuai perubahan jumlah mol gas. Perubahan konseptual dinilai melalui transfer ke masalah baru dan retensi setelah jeda waktu. Tindak lanjut harus membedakan penguasaan prosedur dari kemampuan menjelaskan dan mengevaluasi bukti. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa tekanan dianggap menggeser semua kesetimbangan gas tanpa memperhatikan Δn_{gas} . Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti sistem $\text{N}_2\text{O}_4/\text{NO}_2$ dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi Q_p dan Δn_{gas} . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi gas ideal. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Ringkasan Diagnostik 15.12

- Konsep sasaran: perubahan volume memengaruhi tekanan parsial gas dan Q sesuai perubahan jumlah mol gas.
- Miskonsepsi prioritas: tekanan dianggap menggeser semua kesetimbangan gas tanpa memperhatikan Δn_{gas} .
- Representasi minimum: fenomena sistem $\text{N}_2\text{O}_4/\text{NO}_2$, model partikel, dan simbol Q_p dan Δn_{gas} .
- Bukti minimum: satu pertanyaan terbuka, satu butir bertingkat, satu tugas representasi, dan satu konteks transfer.
- Keputusan pedagogis: remediasi didasarkan pada pola alasan dan keyakinan, bukan pada skor tunggal.

15.13 Pengaruh Suhu

Subbab ini memusatkan perhatian pada pengaruh suhu sebagai bagian dari jejaring konsep bab. Tujuannya adalah membangun definisi yang presisi, mengidentifikasi batas penerapan, mengungkap pola miskonsepsi, dan menyediakan perangkat diagnosis serta remediasi yang dapat diterapkan di kelas XI.

15.13.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pengaruh suhu perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat submikroskopik, pengaruh suhu dipahami sebagai suhu mengubah nilai K karena memengaruhi termodinamika reaksi; arah respons bergantung tanda ΔH . Penjelasan harus dimulai dari definisi yang dapat dioperasionalkan dalam pengamatan, perhitungan, dan komunikasi ilmiah. Batas konsep perlu dinyatakan agar istilah yang berdekatan tidak saling dipertukarkan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa suhu dianggap hanya mengubah laju dan tidak mengubah komposisi setimbang. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi eksoterm dan endoterm dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi van't Hoff kualitatif. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi termokimia dan K. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

15.13.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat

Dalam representasi simbolik, pengaruh suhu dipahami sebagai suhu mengubah nilai K karena memengaruhi termodinamika reaksi; arah respons bergantung tanda ΔH . Konsep ini berada dalam jejaring pengetahuan, bukan unit hafalan yang berdiri sendiri. Prasyarat yang rapuh akan membuat peserta didik menggunakan aturan permukaan sebagai pengganti penalaran. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa suhu dianggap hanya mengubah laju dan tidak mengubah komposisi setimbang. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi eksoterm dan endoterm dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi van't Hoff kualitatif. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi termokimia dan K. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pengaruh suhu perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

15.13.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi termokimia dan K. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan

beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pengaruh suhu perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara diagnostik, pengaruh suhu dipahami sebagai suhu mengubah nilai K karena memengaruhi termodinamika reaksi; arah respons bergantung tanda ΔH . Fenomena makroskopik berfungsi sebagai sumber bukti, tetapi tidak dengan sendirinya menjelaskan mekanisme. Pengamatan harus dipisahkan dari inferensi agar peserta didik tidak menganggap kesan inderawi sebagai definisi ilmiah. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa suhu dianggap hanya mengubah laju dan tidak mengubah komposisi setimbang. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi eksoterm dan endoterm dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi van't Hoff kualitatif. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

15.13.4 Model Submikroskopik

Remediasi untuk pengaruh suhu perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara epistemologis, pengaruh suhu dipahami sebagai suhu mengubah nilai K karena memengaruhi termodinamika reaksi; arah respons bergantung tanda ΔH . Model submikroskopik menjelaskan perilaku partikel, interaksi, distribusi, dan perubahan yang tidak tampak langsung. Model harus disebut sebagai representasi dengan asumsi dan keterbatasan, bukan foto literal realitas. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa suhu dianggap hanya mengubah laju dan tidak mengubah komposisi setimbang. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi eksoterm dan endoterm dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi van't Hoff kualitatif. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi termokimia dan K . Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

15.13.5 Bahasa Simbolik dan Matematis

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa suhu dianggap hanya mengubah laju dan tidak mengubah komposisi setimbang. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi eksoterm dan endoterm dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi van't Hoff kualitatif. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi termokimia dan K. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pengaruh suhu perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam konteks laboratorium, pengaruh suhu dipahami sebagai suhu mengubah nilai K karena memengaruhi termodinamika reaksi; arah respons bergantung tanda ΔH . Simbol dan persamaan memadatkan hubungan kuantitatif, tetapi setiap tanda harus dihubungkan dengan makna fisisnya. Manipulasi aljabar tanpa interpretasi satuan, tanda, dan kondisi mudah menghasilkan jawaban benar secara kebetulan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

15.13.6 Koordinasi Antarrepresentasi

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pengaruh suhu perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Ketika peserta didik memecahkan soal, pengaruh suhu dipahami sebagai suhu mengubah nilai K karena memengaruhi termodinamika reaksi; arah respons bergantung tanda ΔH . Pemahaman matang tampak ketika peserta didik dapat berpindah konsisten antara fenomena, partikel, simbol, grafik, dan bahasa verbal. Ketidakselarasan antarrepresentasi merupakan indikator penting adanya pengetahuan yang terfragmentasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa suhu dianggap hanya mengubah laju dan tidak mengubah komposisi setimbang. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi eksoterm dan endoterm dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi van't Hoff kualitatif. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi termokimia dan K. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

15.13.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Untuk mencegah hafalan tanpa makna, pengaruh suhu dipahami sebagai suhu mengubah nilai K karena memengaruhi termodinamika reaksi; arah respons bergantung tanda ΔH . Contoh positif perlu dipasangkan dengan noncontoh dan kasus batas supaya kategori tidak dibangun dari satu ciri dangkal. Kasus batas menuntut peserta didik menjelaskan alasan, kondisi, dan tingkat idealisasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa suhu dianggap hanya mengubah laju dan tidak mengubah komposisi setimbang. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi eksoterm dan endoterm dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi van't Hoff kualitatif. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi termokimia dan K. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pengaruh suhu perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

15.13.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul

Konteks seperti reaksi eksoterm dan endoterm dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi van't Hoff kualitatif. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi termokimia dan K. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pengaruh suhu perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai

bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam pembelajaran kimia SMA, pengaruh suhu dipahami sebagai suhu mengubah nilai K karena memengaruhi termodinamika reaksi; arah respons bergantung tanda ΔH . Miskonsepsi ini biasanya masuk akal dari sudut pengalaman awal sehingga tidak efektif hanya diberi label salah. Guru perlu menemukan aturan intuitif yang digunakan dan menunjukkan di mana aturan itu gagal. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa suhu dianggap hanya mengubah laju dan tidak mengubah komposisi setimbang. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

15.13.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pengaruh suhu perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dari sudut pandang pedagogical content knowledge, pengaruh suhu dipahami sebagai suhu mengubah nilai K karena memengaruhi termodinamika reaksi; arah respons bergantung tanda ΔH . Satu jawaban salah dapat muncul dari beberapa pola penalaran alternatif yang berbeda. Variasi respons perlu dipetakan berdasarkan alasan, representasi, dan tingkat keyakinan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa suhu dianggap hanya mengubah laju dan tidak mengubah komposisi setimbang. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang

diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi eksoterm dan endoterm dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi van't Hoff kualitatif. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi termokimia dan K. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

15.13.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari

Pada tingkat makroskopik, pengaruh suhu dipahami sebagai suhu mengubah nilai K karena memengaruhi termodinamika reaksi; arah respons bergantung tanda ΔH . Bahasa sehari-hari sering menggunakan kata yang sama dengan makna berbeda dari terminologi ilmiah. Peralihan register bahasa harus diajarkan eksplisit agar istilah familiar tidak membawa asumsi yang keliru. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa suhu dianggap hanya mengubah laju dan tidak mengubah komposisi setimbang. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi eksoterm dan endoterm dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi van't Hoff kualitatif. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi termokimia dan K. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan

pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pengaruh suhu perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

15.13.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi termokimia dan K. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pengaruh suhu perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat submikroskopik, pengaruh suhu dipahami sebagai suhu mengubah nilai K karena memengaruhi termodinamika reaksi; arah respons bergantung tanda ΔH . Gambar dan analogi dapat membantu sekaligus menyesatkan bila fitur pemetaan dan batasnya tidak dijelaskan. Peserta didik perlu diminta menyebut bagian analogi yang sesuai dan yang tidak sesuai. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa suhu dianggap hanya mengubah laju dan tidak mengubah komposisi setimbang. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi eksoterm dan endoterm dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi van't Hoff kualitatif. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

15.13.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran

Remediasi untuk pengaruh suhu perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam representasi simbolik, pengaruh suhu dipahami sebagai suhu mengubah nilai K karena memengaruhi termodinamika reaksi; arah respons bergantung tanda ΔH . Urutan buku teks, penyederhanaan guru, dan latihan algoritmik dapat memperkuat miskonsepsi secara tidak

sengaja. Audit representasi dan bahasa pengajaran diperlukan sebelum menyalahkan peserta didik. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa suhu dianggap hanya mengubah laju dan tidak mengubah komposisi setimbang. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi eksoterm dan endoterm dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi van't Hoff kualitatif. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi termokimia dan K. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

15.13.13 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa suhu dianggap hanya mengubah laju dan tidak mengubah komposisi setimbang. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi eksoterm dan endoterm dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan

kemudian ke representasi van't Hoff kualitatif. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi termokimia dan K. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pengaruh suhu perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara diagnostik, pengaruh suhu dipahami sebagai suhu mengubah nilai K karena memengaruhi termodinamika reaksi; arah respons bergantung tanda ΔH . Pertanyaan terbuka harus memancing prediksi, alasan, bukti, dan penjelasan mekanistik. Respons tertulis sebaiknya ditindaklanjuti dengan pertanyaan klarifikasi singkat. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

15.13.14 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh

Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pengaruh suhu perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara epistemologis, pengaruh suhu dipahami sebagai suhu mengubah nilai K karena memengaruhi termodinamika reaksi; arah respons bergantung tanda ΔH . Tes bertingkat memisahkan pilihan jawaban, alasan, dan keyakinan sehingga tebakan dapat dibedakan dari pemahaman. Distraktor harus berasal dari pola konsepsi yang benar-benar ditemukan dalam wawancara atau literatur. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa suhu dianggap hanya mengubah laju dan tidak mengubah komposisi setimbang. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi eksoterm dan endoterm dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi van't Hoff kualitatif. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi termokimia dan K . Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

15.13.15 *Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain*

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam konteks laboratorium, pengaruh suhu dipahami sebagai suhu mengubah nilai K karena memengaruhi termodinamika reaksi; arah respons bergantung tanda ΔH . Tugas menggambar dan Predict-Observe-Explain mengungkap hubungan antara model mental dan fenomena. Perbedaan prediksi dan observasi tidak otomatis mengubah konsep tanpa fase penjelasan dan rekonsiliasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa suhu dianggap hanya mengubah laju dan tidak mengubah komposisi setimbang. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi eksoterm dan endoterm dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi van't Hoff kualitatif. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi termokimia dan K . Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pengaruh suhu perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

15.13.16 Analisis Respons dan Peta Bukti

Konteks seperti reaksi eksoterm dan endoterm dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi van't Hoff kualitatif. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi termokimia dan K. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pengaruh suhu perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Ketika peserta didik memecahkan soal, pengaruh suhu dipahami sebagai suhu mengubah nilai K karena memengaruhi termodinamika reaksi; arah respons bergantung tanda ΔH . Analisis respons perlu menggunakan peta bukti, bukan keputusan berdasarkan satu butir. Konsistensi

lintas konteks, representasi, dan waktu menentukan kuat-lemahnya klaim diagnostik. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa suhu dianggap hanya mengubah laju dan tidak mengubah komposisi setimbang. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

15.13.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pengaruh suhu perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Untuk mencegah hafalan tanpa makna, pengaruh suhu dipahami sebagai suhu mengubah nilai K karena memengaruhi termodinamika reaksi; arah respons bergantung tanda ΔH . Konflik kognitif efektif bila anomali dipahami, relevan, dan diikuti model alternatif yang lebih produktif. Kejutan tanpa dukungan dapat membuat peserta didik mengabaikan data atau menghafal pengecualian. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa suhu dianggap hanya mengubah laju dan tidak mengubah komposisi setimbang. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi eksoterm dan endoterm dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi van't Hoff kualitatif. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta

didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi termokimia dan K. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

15.13.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk

Dalam pembelajaran kimia SMA, pengaruh suhu dipahami sebagai suhu mengubah nilai K karena memengaruhi termodinamika reaksi; arah respons bergantung tanda ΔH . Representasi majemuk harus dikoordinasikan, bukan sekadar ditampilkan berdampingan. Prompt penghubung perlu menanyakan apa yang tetap, berubah, dan diwakili pada setiap bentuk. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa suhu dianggap hanya mengubah laju dan tidak mengubah komposisi setimbang. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi eksoterm dan endoterm dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi van't Hoff kualitatif. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi termokimia dan K. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini

konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pengaruh suhu perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

15.13.19 Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi termokimia dan K. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pengaruh suhu perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dari sudut pandang pedagogical content knowledge, pengaruh suhu dipahami sebagai suhu mengubah nilai K karena memengaruhi termodinamika reaksi; arah respons bergantung tanda ΔH . Praktikum, simulasi, dan argumentasi memberi ruang untuk menguji klaim dengan data. Kegiatan harus dirancang agar variabel, prediksi, ketidakpastian, dan batas model dibahas secara eksplisit. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa suhu dianggap hanya mengubah laju dan tidak mengubah komposisi setimbang. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi eksoterm dan endoterm dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi van't Hoff kualitatif. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

15.13.20 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut

Remediasi untuk pengaruh suhu perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat makroskopik, pengaruh suhu dipahami sebagai suhu mengubah nilai K karena memengaruhi termodinamika reaksi; arah respons bergantung tanda ΔH . Perubahan konseptual dinilai melalui transfer ke masalah baru dan retensi setelah jeda waktu. Tindak lanjut harus membedakan penguasaan prosedur dari kemampuan menjelaskan dan mengevaluasi bukti. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa suhu dianggap hanya mengubah laju dan tidak mengubah komposisi setimbang. Anggapan tersebut dapat bertahan

karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi eksoterm dan endoterm dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi van't Hoff kualitatif. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi termokimia dan K. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Ringkasan Diagnostik 15.13

- Konsep sasaran: suhu mengubah nilai K karena memengaruhi termodinamika reaksi; arah respons bergantung tanda ΔH .
- Miskonsepsi prioritas: suhu dianggap hanya mengubah laju dan tidak mengubah komposisi setimbang.
- Representasi minimum: fenomena reaksi eksoterm dan endoterm, model partikel, dan simbol van't Hoff kualitatif.
- Bukti minimum: satu pertanyaan terbuka, satu butir bertingkat, satu tugas representasi, dan satu konteks transfer.
- Keputusan pedagogis: remediasi didasarkan pada pola alasan dan keyakinan, bukan pada skor tunggal.

15.14 Pengaruh Katalis

Subbab ini memusatkan perhatian pada pengaruh katalis sebagai bagian dari jejaring konsep bab. Tujuannya adalah membangun definisi yang presisi, mengidentifikasi batas penerapan,

mengungkap pola miskonsepsi, dan menyediakan perangkat diagnosis serta remediasi yang dapat diterapkan di kelas XI.

15.14.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep

Remediasi untuk pengaruh katalis perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam representasi simbolik, pengaruh katalis dipahami sebagai katalis tidak mengubah K atau komposisi setimbang tetapi mempercepat tercapainya kesetimbangan. Penjelasan harus dimulai dari definisi yang dapat dioperasionalkan dalam pengamatan, perhitungan, dan komunikasi ilmiah. Batas konsep perlu dinyatakan agar istilah yang berdekatan tidak saling dipertukarkan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa katalis dianggap menggeser ke sisi yang diinginkan. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti profil energi maju-balik dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi K tetap. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi kinetika dan mekanisme. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

15.14.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa katalis dianggap menggeser ke sisi yang diinginkan. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti profil energi maju-balik dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi K tetap. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi kinetika dan mekanisme. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pengaruh katalis perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai

bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara diagnostik, pengaruh katalis dipahami sebagai katalis tidak mengubah K atau komposisi setimbang tetapi mempercepat tercapainya kesetimbangan. Konsep ini berada dalam jejaring pengetahuan, bukan unit hafalan yang berdiri sendiri. Prasyarat yang rapuh akan membuat peserta didik menggunakan aturan permukaan sebagai pengganti penalaran. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

15.14.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pengaruh katalis perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara epistemologis, pengaruh katalis dipahami sebagai katalis tidak mengubah K atau komposisi setimbang tetapi mempercepat tercapainya kesetimbangan. Fenomena makroskopik berfungsi sebagai sumber bukti, tetapi tidak dengan sendirinya menjelaskan mekanisme. Pengamatan harus dipisahkan dari inferensi agar peserta didik tidak menganggap kesan inderawi sebagai definisi ilmiah. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa katalis dianggap menggeser ke sisi yang diinginkan. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah.

Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti profil energi maju-balik dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi K tetap. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi kinetika dan mekanisme. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

15.14.4 Model Submikroskopik

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam konteks laboratorium, pengaruh katalis dipahami sebagai katalis tidak mengubah K atau komposisi setimbang tetapi mempercepat tercapainya kesetimbangan. Model submikroskopik menjelaskan perilaku partikel, interaksi, distribusi, dan perubahan yang tidak tampak langsung. Model harus disebut sebagai representasi dengan asumsi dan keterbatasan, bukan foto literal realitas. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa katalis dianggap menggeser ke sisi yang diinginkan. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti profil energi maju-balik dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi K tetap. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi kinetika dan mekanisme. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pengaruh katalis perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

15.14.5 Bahasa Simbolik dan Matematis

Konteks seperti profil energi maju-balik dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi K tetap. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi kinetika dan mekanisme. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pengaruh katalis perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Ketika peserta didik memecahkan soal, pengaruh katalis dipahami sebagai katalis tidak mengubah K atau komposisi setimbang tetapi mempercepat tercapainya kesetimbangan. Simbol dan persamaan memadatkan hubungan kuantitatif, tetapi setiap tanda harus dihubungkan dengan makna fisisnya. Manipulasi aljabar tanpa interpretasi satuan, tanda, dan kondisi mudah menghasilkan jawaban benar secara kebetulan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa katalis dianggap menggeser ke sisi yang diinginkan. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

15.14.6 Koordinasi Antarrepresentasi

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pengaruh katalis perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Untuk mencegah hafalan tanpa makna, pengaruh katalis dipahami sebagai katalis tidak mengubah K atau komposisi setimbang tetapi mempercepat tercapainya kesetimbangan. Pemahaman matang tampak ketika peserta didik dapat berpindah konsisten antara fenomena,

partikel, simbol, grafik, dan bahasa verbal. Ketidakselarasan antarrepresentasi merupakan indikator penting adanya pengetahuan yang terfragmentasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa katalis dianggap menggeser ke sisi yang diinginkan. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti profil energi maju-balik dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi K tetap. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi kinetika dan mekanisme. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

15.14.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas

Dalam pembelajaran kimia SMA, pengaruh katalis dipahami sebagai katalis tidak mengubah K atau komposisi setimbang tetapi mempercepat tercapainya kesetimbangan. Contoh positif perlu dipasangkan dengan noncontoh dan kasus batas supaya kategori tidak dibangun dari satu ciri dangkal. Kasus batas menuntut peserta didik menjelaskan alasan, kondisi, dan tingkat idealisasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa katalis dianggap menggeser ke sisi yang diinginkan. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti profil energi maju-balik dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke

representasi K tetap. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi kinetika dan mekanisme. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pengaruh katalis perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

15.14.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi kinetika dan mekanisme. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh

Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pengaruh katalis perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dari sudut pandang pedagogical content knowledge, pengaruh katalis dipahami sebagai katalis tidak mengubah K atau komposisi setimbang tetapi mempercepat tercapainya kesetimbangan. Miskonsepsi inti biasanya masuk akal dari sudut pengalaman awal sehingga tidak efektif hanya diberi label salah. Guru perlu menemukan aturan intuitif yang digunakan dan menunjukkan di mana aturan itu gagal. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa katalis dianggap menggeser ke sisi yang diinginkan. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti profil energi maju-balik dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi K tetap. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

15.14.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif

Remediasi untuk pengaruh katalis perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat makroskopik, pengaruh katalis dipahami sebagai katalis tidak mengubah K atau komposisi setimbang tetapi mempercepat tercapainya kesetimbangan. Satu jawaban salah dapat muncul dari beberapa pola penalaran alternatif yang berbeda. Variasi respons perlu dipetakan berdasarkan alasan, representasi, dan tingkat keyakinan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa katalis dianggap menggeser ke sisi yang diinginkan. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti profil energi maju-balik dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi K tetap. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi kinetika dan mekanisme. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

15.14.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa katalis dianggap menggeser ke sisi yang diinginkan. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat

terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti profil energi maju-balik dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi K tetap. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi kinetika dan mekanisme. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pengaruh katalis perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat submikroskopik, pengaruh katalis dipahami sebagai katalis tidak mengubah K atau komposisi setimbang tetapi mempercepat tercapainya kesetimbangan. Bahasa sehari-hari sering menggunakan kata yang sama dengan makna berbeda dari terminologi ilmiah. Peralihan register bahasa harus diajarkan eksplisit agar istilah familiar tidak membawa asumsi yang keliru. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

15.14.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pengaruh katalis perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam representasi simbolik, pengaruh katalis dipahami sebagai katalis tidak mengubah K atau komposisi setimbang tetapi mempercepat tercapainya kesetimbangan. Gambar dan analogi dapat membantu sekaligus menyesatkan bila fitur pemetaan dan batasnya tidak dijelaskan. Peserta didik perlu diminta menyebut bagian analogi yang sesuai dan yang tidak sesuai. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa katalis dianggap menggeser ke sisi yang diinginkan. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti profil energi maju-balik dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi K tetap. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi kinetika dan mekanisme. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk

memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

15.14.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara diagnostik, pengaruh katalis dipahami sebagai katalis tidak mengubah K atau komposisi setimbang tetapi mempercepat tercapainya kesetimbangan. Urutan buku teks, penyederhanaan guru, dan latihan algoritmik dapat memperkuat miskonsepsi secara tidak sengaja. Audit representasi dan bahasa pengajaran diperlukan sebelum menyalahkan peserta didik. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa katalis dianggap menggeser ke sisi yang diinginkan. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti profil energi maju-balik dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi K tetap. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi kinetika dan mekanisme. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya,

jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pengaruh katalis perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

15.14.13 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka

Konteks seperti profil energi maju-balik dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi K tetap. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi kinetika dan mekanisme. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pengaruh katalis perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara epistemologis, pengaruh katalis dipahami sebagai katalis tidak mengubah K atau komposisi setimbang tetapi mempercepat tercapainya kesetimbangan. Pertanyaan terbuka harus memancing prediksi, alasan, bukti, dan penjelasan mekanistik. Respons tertulis sebaiknya ditindaklanjuti dengan pertanyaan klarifikasi singkat. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa katalis dianggap menggeser ke sisi yang diinginkan. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

15.14.14 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pengaruh katalis perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam konteks laboratorium, pengaruh katalis dipahami sebagai katalis tidak mengubah K atau komposisi setimbang tetapi mempercepat tercapainya kesetimbangan. Tes bertingkat memisahkan pilihan jawaban, alasan, dan keyakinan sehingga tebakan dapat dibedakan dari pemahaman. Distraktor harus berasal dari pola konsepsi yang benar-benar ditemukan dalam wawancara atau literatur. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa katalis dianggap menggeser ke sisi yang diinginkan. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti profil energi maju-balik dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke

representasi K tetap. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi kinetika dan mekanisme. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

15.14.15 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain

Ketika peserta didik memecahkan soal, pengaruh katalis dipahami sebagai katalis tidak mengubah K atau komposisi setimbang tetapi mempercepat tercapainya kesetimbangan. Tugas menggambar dan Predict-Observe-Explain mengungkap hubungan antara model mental dan fenomena. Perbedaan prediksi dan observasi tidak otomatis mengubah konsep tanpa fase penjelasan dan rekonsiliasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa katalis dianggap menggeser ke sisi yang diinginkan. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti profil energi maju-balik dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi K tetap. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi kinetika dan mekanisme. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini

konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pengaruh katalis perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

15.14.16 Analisis Respons dan Peta Bukti

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi kinetika dan mekanisme. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pengaruh katalis perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Untuk mencegah hafalan tanpa makna, pengaruh katalis dipahami sebagai katalis tidak mengubah K atau komposisi setimbang tetapi mempercepat tercapainya kesetimbangan. Analisis respons perlu menggunakan peta bukti, bukan keputusan berdasarkan satu butir. Konsistensi lintas konteks, representasi, dan waktu menentukan kuat-lemahnya klaim diagnostik. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa katalis dianggap menggeser ke sisi yang diinginkan. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti profil energi maju-balik dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi K tetap. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

15.14.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah

Remediasi untuk pengaruh katalis perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam pembelajaran kimia SMA, pengaruh katalis dipahami sebagai katalis tidak mengubah K atau komposisi setimbang tetapi mempercepat tercapainya kesetimbangan. Konflik kognitif efektif bila anomali dipahami, relevan, dan diikuti model alternatif yang lebih produktif. Kejutan tanpa dukungan dapat membuat peserta didik mengabaikan data atau menghafal pengecualian. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa katalis dianggap menggeser ke sisi yang diinginkan. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah.

Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti profil energi maju-balik dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi K tetap. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi kinetika dan mekanisme. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

15.14.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa katalis dianggap menggeser ke sisi yang diinginkan. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti profil energi maju-balik dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi K tetap. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi kinetika dan mekanisme. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pengaruh katalis perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dari sudut pandang pedagogical content knowledge, pengaruh katalis dipahami sebagai katalis tidak mengubah K atau komposisi setimbang tetapi mempercepat tercapainya kesetimbangan. Representasi majemuk harus dikoordinasikan, bukan sekadar ditampilkan berdampingan. Prompt penghubung perlu menanyakan apa yang tetap, berubah, dan diwakili pada setiap bentuk. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

15.14.19 Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pengaruh katalis perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat makroskopik, pengaruh katalis dipahami sebagai katalis tidak mengubah K atau komposisi setimbang tetapi mempercepat tercapainya kesetimbangan. Praktikum, simulasi, dan argumentasi memberi ruang untuk menguji klaim dengan data. Kegiatan harus dirancang agar variabel, prediksi, ketidakpastian, dan batas model dibahas secara eksplisit. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa katalis dianggap menggeser ke sisi yang diinginkan. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti profil energi maju-balik dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi K tetap. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi kinetika dan mekanisme. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

15.14.20 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat submikroskopik, pengaruh katalis dipahami sebagai katalis tidak mengubah K atau komposisi setimbang tetapi mempercepat tercapainya kesetimbangan. Perubahan konseptual dinilai melalui transfer ke masalah baru dan retensi setelah jeda waktu. Tindak lanjut harus membedakan penguasaan prosedur dari kemampuan menjelaskan dan mengevaluasi bukti.

Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa katalis dianggap menggeser ke sisi yang diinginkan. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti profil energi maju-balik dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi K tetap. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi kinetika dan mekanisme. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pengaruh katalis perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Ringkasan Diagnostik 15.14

- Konsep sasaran: katalis tidak mengubah K atau komposisi setimbang tetapi mempercepat tercapainya kesetimbangan.
- Miskonsepsi prioritas: katalis dianggap menggeser ke sisi yang diinginkan.
- Representasi minimum: fenomena profil energi maju-balik, model partikel, dan simbol K tetap.

- Bukti minimum: satu pertanyaan terbuka, satu butir bertingkat, satu tugas representasi, dan satu konteks transfer.
- Keputusan pedagogis: remediasi didasarkan pada pola alasan dan keyakinan, bukan pada skor tunggal.

15.15 Penambahan Gas Inert

Subbab ini memusatkan perhatian pada penambahan gas inert sebagai bagian dari jejaring konsep bab. Tujuannya adalah membangun definisi yang presisi, mengidentifikasi batas penerapan, mengungkap pola miskonsepsi, dan menyediakan perangkat diagnosis serta remediasi yang dapat diterapkan di kelas XI.

15.15.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara diagnostik, penambahan gas inert dipahami sebagai dampak gas inert bergantung kendala volume atau tekanan, sehingga tidak dapat dijawab dengan slogan tunggal. Penjelasan harus dimulai dari definisi yang dapat dioperasionalkan dalam pengamatan, perhitungan, dan komunikasi ilmiah. Batas konsep perlu dinyatakan agar istilah yang berdekatan tidak saling dipertukarkan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa gas inert selalu menggeser kesetimbangan. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti penambahan He pada volume tetap dan tekanan tetap dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi tekanan parsial dan Q_p . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi gas ideal dan kondisi batas. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini

konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk penambahan gas inert perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

15.15.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat

Konteks seperti penambahan He pada volume tetap dan tekanan tetap dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi tekanan parsial dan Q_p . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi gas ideal dan kondisi batas. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk penambahan gas inert perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus

menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara epistemologis, penambahan gas inert dipahami sebagai dampak gas inert bergantung kendala volume atau tekanan, sehingga tidak dapat dijawab dengan slogan tunggal. Konsep ini berada dalam jejaring pengetahuan, bukan unit hafalan yang berdiri sendiri. Prasyarat yang rapuh akan membuat peserta didik menggunakan aturan permukaan sebagai pengganti penalaran. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa gas inert selalu menggeser kesetimbangan. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

15.15.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk penambahan gas inert perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam konteks laboratorium, penambahan gas inert dipahami sebagai dampak gas inert bergantung kendala volume atau tekanan, sehingga tidak dapat dijawab dengan slogan tunggal. Fenomena makroskopik berfungsi sebagai sumber bukti, tetapi tidak dengan sendirinya menjelaskan mekanisme. Pengamatan harus dipisahkan dari inferensi agar peserta didik tidak menganggap kesan inderawi sebagai definisi ilmiah. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa gas inert selalu menggeser kesetimbangan. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti penambahan He pada volume tetap dan tekanan tetap dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi tekanan parsial dan Q_p . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi gas ideal dan kondisi batas. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

15.15.4 Model Submikroskopik

Ketika peserta didik memecahkan soal, penambahan gas inert dipahami sebagai dampak gas inert bergantung kendala volume atau tekanan, sehingga tidak dapat dijawab dengan slogan tunggal. Model submikroskopik menjelaskan perilaku partikel, interaksi, distribusi, dan perubahan yang tidak tampak langsung. Model harus disebut sebagai representasi dengan asumsi dan keterbatasan, bukan foto literal realitas. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa gas inert selalu menggeser kesetimbangan. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti penambahan He pada volume tetap dan tekanan tetap dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi tekanan parsial dan Q_p . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi gas ideal dan kondisi batas. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk penambahan gas inert perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

15.15.5 Bahasa Simbolik dan Matematis

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi gas ideal dan kondisi batas. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan

beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk penambahan gas inert perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Untuk mencegah hafalan tanpa makna, penambahan gas inert dipahami sebagai dampak gas inert bergantung kendala volume atau tekanan, sehingga tidak dapat dijawab dengan slogan tunggal. Simbol dan persamaan memadatkan hubungan kuantitatif, tetapi setiap tanda harus dihubungkan dengan makna fisisnya. Manipulasi aljabar tanpa interpretasi satuan, tanda, dan kondisi mudah menghasilkan jawaban benar secara kebetulan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa gas inert selalu menggeser kesetimbangan. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti penambahan He pada volume tetap dan tekanan tetap dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi tekanan parsial dan Q_p . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

15.15.6 Koordinasi Antarrepresentasi

Remediasi untuk penambahan gas inert perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam pembelajaran kimia SMA, penambahan gas inert dipahami sebagai dampak gas inert bergantung kendala volume atau tekanan, sehingga tidak dapat dijawab dengan slogan tunggal. Pemahaman matang tampak ketika peserta didik dapat berpindah konsisten antara fenomena, partikel, simbol, grafik, dan bahasa verbal. Ketidakselarasan antarrepresentasi merupakan indikator penting adanya pengetahuan yang terfragmentasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa gas inert selalu menggeser kesetimbangan. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti penambahan He pada volume tetap dan tekanan tetap dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi tekanan parsial dan Q_p . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi gas ideal dan kondisi batas. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

15.15.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa gas inert selalu menggeser kesetimbangan. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti penambahan He pada volume tetap dan tekanan tetap dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi tekanan parsial dan Q_p . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi gas ideal dan kondisi batas. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk penambahan gas inert perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dari sudut pandang pedagogical content knowledge, penambahan gas inert dipahami sebagai dampak gas inert bergantung kendala volume atau tekanan, sehingga tidak dapat dijawab dengan slogan tunggal. Contoh positif perlu dipasangkan dengan noncontoh dan kasus batas supaya kategori tidak dibangun dari satu ciri dangkal. Kasus batas menuntut peserta didik menjelaskan alasan, kondisi, dan tingkat idealisasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

15.15.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk penambahan gas inert perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat makroskopik, penambahan gas inert dipahami sebagai dampak gas inert bergantung kendala volume atau tekanan, sehingga tidak dapat dijawab dengan slogan tunggal. Miskonsepsi inti biasanya masuk akal dari sudut pengalaman awal sehingga tidak efektif hanya diberi label salah. Guru perlu menemukan aturan intuitif yang digunakan dan menunjukkan di mana aturan itu gagal. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa gas inert selalu menggeser kesetimbangan. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti penambahan He pada volume tetap dan tekanan tetap dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi tekanan parsial dan Q_p . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi gas ideal dan kondisi batas. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk

memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

15.15.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat submikroskopik, penambahan gas inert dipahami sebagai dampak gas inert bergantung kendala volume atau tekanan, sehingga tidak dapat dijawab dengan slogan tunggal. Satu jawaban salah dapat muncul dari beberapa pola penalaran alternatif yang berbeda. Variasi respons perlu dipetakan berdasarkan alasan, representasi, dan tingkat keyakinan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa gas inert selalu menggeser kesetimbangan. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti penambahan He pada volume tetap dan tekanan tetap dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi tekanan parsial dan Q_p . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi gas ideal dan kondisi batas. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya,

jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk penambahan gas inert perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

15.15.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari

Konteks seperti penambahan He pada volume tetap dan tekanan tetap dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi tekanan parsial dan Q_p . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi gas ideal dan kondisi batas. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk penambahan gas inert perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam representasi simbolik, penambahan gas inert dipahami sebagai dampak gas inert bergantung kendala volume atau tekanan, sehingga tidak dapat dijawab dengan slogan tunggal. Bahasa sehari-hari sering menggunakan kata yang sama dengan makna berbeda dari terminologi ilmiah. Peralihan register bahasa harus diajarkan eksplisit agar istilah familiar tidak membawa asumsi yang keliru. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa gas inert selalu menggeser kesetimbangan. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

15.15.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk penambahan gas inert perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara diagnostik, penambahan gas inert dipahami sebagai dampak gas inert bergantung kendala volume atau tekanan, sehingga tidak dapat dijawab dengan slogan tunggal. Gambar dan analogi dapat membantu sekaligus menyesatkan bila fitur pemetaan dan batasnya tidak dijelaskan. Peserta didik perlu diminta menyebut bagian analogi yang sesuai dan yang tidak sesuai. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa gas inert selalu menggeser kesetimbangan. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti penambahan He pada volume tetap dan tekanan tetap dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model

partikel dan kemudian ke representasi tekanan parsial dan Q_p . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi gas ideal dan kondisi batas. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

15.15.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran

Secara epistemologis, penambahan gas inert dipahami sebagai dampak gas inert bergantung kendala volume atau tekanan, sehingga tidak dapat dijawab dengan slogan tunggal. Urutan buku teks, penyederhanaan guru, dan latihan algoritmik dapat memperkuat miskonsepsi secara tidak sengaja. Audit representasi dan bahasa pengajaran diperlukan sebelum menyalahkan peserta didik. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa gas inert selalu menggeser kesetimbangan. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti penambahan He pada volume tetap dan tekanan tetap dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi tekanan parsial dan Q_p . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi gas ideal dan kondisi batas. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini

konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk penambahan gas inert perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

15.15.13 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi gas ideal dan kondisi batas. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk penambahan gas inert perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam konteks laboratorium, penambahan gas inert dipahami sebagai dampak gas inert bergantung kendala volume atau tekanan, sehingga tidak dapat dijawab dengan slogan tunggal. Pertanyaan terbuka harus memancing prediksi, alasan, bukti, dan penjelasan mekanistik. Respons tertulis sebaiknya ditindaklanjuti dengan pertanyaan klarifikasi singkat. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa gas inert selalu menggeser kesetimbangan. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti penambahan He pada volume tetap dan tekanan tetap dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi tekanan parsial dan Q_p . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

15.15.14 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan

Remediasi untuk penambahan gas inert perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Ketika peserta didik memecahkan soal, penambahan gas inert dipahami sebagai dampak gas inert bergantung kendala volume atau tekanan, sehingga tidak dapat dijawab dengan slogan tunggal. Tes bertingkat memisahkan pilihan jawaban, alasan, dan keyakinan sehingga tebakan dapat dibedakan dari pemahaman. Distraktor harus berasal dari pola konsepsi yang benar-benar ditemukan dalam wawancara atau literatur. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa gas inert selalu menggeser kesetimbangan. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap

soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti penambahan He pada volume tetap dan tekanan tetap dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi tekanan parsial dan Q_p . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi gas ideal dan kondisi batas. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

15.15.15 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa gas inert selalu menggeser kesetimbangan. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti penambahan He pada volume tetap dan tekanan tetap dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi tekanan parsial dan Q_p . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi gas ideal dan kondisi batas. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan

pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk penambahan gas inert perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Untuk mencegah hafalan tanpa makna, penambahan gas inert dipahami sebagai dampak gas inert bergantung kendala volume atau tekanan, sehingga tidak dapat dijawab dengan slogan tunggal. Tugas menggambar dan Predict-Observe-Explain mengungkap hubungan antara model mental dan fenomena. Perbedaan prediksi dan observasi tidak otomatis mengubah konsep tanpa fase penjelasan dan rekonsiliasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

15.15.16 Analisis Respons dan Peta Bukti

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya,

jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk penambahan gas inert perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam pembelajaran kimia SMA, penambahan gas inert dipahami sebagai dampak gas inert bergantung kendala volume atau tekanan, sehingga tidak dapat dijawab dengan slogan tunggal. Analisis respons perlu menggunakan peta bukti, bukan keputusan berdasarkan satu butir. Konsistensi lintas konteks, representasi, dan waktu menentukan kuat-lemahnya klaim diagnostik. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa gas inert selalu menggeser kesetimbangan. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti penambahan He pada volume tetap dan tekanan tetap dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi tekanan parsial dan Q_p . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi gas ideal dan kondisi batas. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

15.15.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dari sudut pandang pedagogical content knowledge, penambahan gas inert dipahami sebagai dampak gas inert bergantung kendala volume atau tekanan, sehingga tidak dapat dijawab

dengan slogan tunggal. Konflik kognitif efektif bila anomali dipahami, relevan, dan diikuti model alternatif yang lebih produktif. Kejutan tanpa dukungan dapat membuat peserta didik mengabaikan data atau menghafal pengecualian. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa gas inert selalu menggeser kesetimbangan. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti penambahan He pada volume tetap dan tekanan tetap dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi tekanan parsial dan Q_p . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi gas ideal dan kondisi batas. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk penambahan gas inert perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

15.15.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk

Konteks seperti penambahan He pada volume tetap dan tekanan tetap dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model

partikel dan kemudian ke representasi tekanan parsial dan Q_p . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi gas ideal dan kondisi batas. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk penambahan gas inert perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat makroskopik, penambahan gas inert dipahami sebagai dampak gas inert bergantung kendala volume atau tekanan, sehingga tidak dapat dijawab dengan slogan tunggal. Representasi majemuk harus dikoordinasikan, bukan sekadar ditampilkan berdampingan. Prompt penghubung perlu menanyakan apa yang tetap, berubah, dan diwakili pada setiap bentuk. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa gas inert selalu menggeser kesetimbangan. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

15.15.19 *Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif*

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk penambahan gas inert perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat submikroskopik, penambahan gas inert dipahami sebagai dampak gas inert bergantung kendala volume atau tekanan, sehingga tidak dapat dijawab dengan slogan tunggal. Praktikum, simulasi, dan argumentasi memberi ruang untuk menguji klaim dengan data. Kegiatan harus dirancang agar variabel, prediksi, ketidakpastian, dan batas model dibahas secara eksplisit. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa gas inert selalu menggeser kesetimbangan. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti penambahan He pada volume tetap dan tekanan tetap dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi tekanan parsial dan Q_p . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi gas ideal dan kondisi batas. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini

konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

15.15.20 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut

Dalam representasi simbolik, penambahan gas inert dipahami sebagai dampak gas inert bergantung kendala volume atau tekanan, sehingga tidak dapat dijawab dengan slogan tunggal. Perubahan konseptual dinilai melalui transfer ke masalah baru dan retensi setelah jeda waktu. Tindak lanjut harus membedakan penguasaan prosedur dari kemampuan menjelaskan dan mengevaluasi bukti. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa gas inert selalu menggeser kesetimbangan. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti penambahan He pada volume tetap dan tekanan tetap dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi tekanan parsial dan Q_p . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi gas ideal dan kondisi batas. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk penambahan gas inert perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus

menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Ringkasan Diagnostik 15.15

- Konsep sasaran: dampak gas inert bergantung kendala volume atau tekanan, sehingga tidak dapat dijawab dengan slogan tunggal.
- Miskonsepsi prioritas: gas inert selalu menggeser kesetimbangan.
- Representasi minimum: fenomena penambahan He pada volume tetap dan tekanan tetap, model partikel, dan simbol tekanan parsial dan Q_p .
- Bukti minimum: satu pertanyaan terbuka, satu butir bertingkat, satu tugas representasi, dan satu konteks transfer.
- Keputusan pedagogis: remediasi didasarkan pada pola alasan dan keyakinan, bukan pada skor tunggal.

15.16 Kesetimbangan Homogen dan Heterogen

Subbab ini memusatkan perhatian pada kesetimbangan homogen dan heterogen sebagai bagian dari jejaring konsep bab. Tujuannya adalah membangun definisi yang presisi, mengidentifikasi batas penerapan, mengungkap pola miskonsepsi, dan menyediakan perangkat diagnosis serta remediasi yang dapat diterapkan di kelas XI.

15.16.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep

Secara epistemologis, kesetimbangan homogen dan heterogen dipahami sebagai pembedaan sistem satu fase dan banyak fase serta alasan aktivitas padatan/cairan murni tidak muncul eksplisit dalam ekspresi K . Penjelasan harus dimulai dari definisi yang dapat dioperasionalkan dalam pengamatan, perhitungan, dan komunikasi ilmiah. Batas konsep perlu dinyatakan agar istilah yang berdekatan tidak saling dipertukarkan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa padatan dianggap tidak berperan atau konsentrasinya nol. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti dekomposisi CaCO_3 dan kelarutan dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi aktivitas fase murni ≈ 1 . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta

didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi fase, aktivitas, dan K. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk kesetimbangan homogen dan heterogen perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

15.16.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi fase, aktivitas, dan K. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk kesetimbangan homogen dan heterogen perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam konteks laboratorium, kesetimbangan homogen dan heterogen dipahami sebagai perbedaan sistem satu fase dan banyak fase serta alasan aktivitas padatan/cairan murni tidak muncul eksplisit dalam ekspresi K . Konsep ini berada dalam jejaring pengetahuan, bukan unit hafalan yang berdiri sendiri. Prasyarat yang rapuh akan membuat peserta didik menggunakan aturan permukaan sebagai pengganti penalaran. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa padatan dianggap tidak berperan atau konsentrasinya nol. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti dekomposisi CaCO_3 dan kelarutan dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi aktivitas fase murni ≈ 1 . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

15.16.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan

Remediasi untuk kesetimbangan homogen dan heterogen perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai

bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Ketika peserta didik memecahkan soal, kesetimbangan homogen dan heterogen dipahami sebagai pembedaan sistem satu fase dan banyak fase serta alasan aktivitas padatan/cairan murni tidak muncul eksplisit dalam ekspresi K . Fenomena makroskopik berfungsi sebagai sumber bukti, tetapi tidak dengan sendirinya menjelaskan mekanisme. Pengamatan harus dipisahkan dari inferensi agar peserta didik tidak menganggap kesan inderawi sebagai definisi ilmiah. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa padatan dianggap tidak berperan atau konsentrasinya nol. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti dekomposisi CaCO_3 dan kelarutan dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi aktivitas fase murni ≈ 1 . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi fase, aktivitas, dan K . Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

15.16.4 Model Submikroskopik

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa padatan dianggap tidak berperan atau konsentrasinya nol. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data

diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti dekomposisi CaCO_3 dan kelarutan dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi aktivitas fase murni¹. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi fase, aktivitas, dan K. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk kesetimbangan homogen dan heterogen perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Untuk mencegah hafalan tanpa makna, kesetimbangan homogen dan heterogen dipahami sebagai perbedaan sistem satu fase dan banyak fase serta alasan aktivitas padatan/cairan murni tidak muncul eksplisit dalam ekspresi K. Model submikroskopik menjelaskan perilaku partikel, interaksi, distribusi, dan perubahan yang tidak tampak langsung. Model harus disebut sebagai representasi dengan asumsi dan keterbatasan, bukan foto literal realitas. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

15.16.5 Bahasa Simbolik dan Matematis

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk kesetimbangan homogen dan heterogen perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam pembelajaran kimia SMA, kesetimbangan homogen dan heterogen dipahami sebagai perbedaan sistem satu fase dan banyak fase serta alasan aktivitas padatan/cairan murni tidak muncul eksplisit dalam ekspresi K . Simbol dan persamaan memadatkan hubungan kuantitatif, tetapi setiap tanda harus dihubungkan dengan makna fisiknya. Manipulasi aljabar tanpa interpretasi satuan, tanda, dan kondisi mudah menghasilkan jawaban benar secara kebetulan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa padatan dianggap tidak berperan atau konsentrasinya nol. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti dekomposisi CaCO_3 dan kelarutan dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi aktivitas fase murni¹. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi fase, aktivitas, dan K. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

15.16.6 Koordinasi Antarrepresentasi

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dari sudut pandang pedagogical content knowledge, kesetimbangan homogen dan heterogen dipahami sebagai perbedaan sistem satu fase dan banyak fase serta alasan aktivitas padatan/cairan murni tidak muncul eksplisit dalam ekspresi K. Pemahaman matang tampak ketika peserta didik dapat berpindah konsisten antara fenomena, partikel, simbol, grafik, dan bahasa verbal. Ketidakselarasan antarrepresentasi merupakan indikator penting adanya pengetahuan yang terfragmentasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa padatan dianggap tidak berperan atau konsentrasinya nol. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti dekomposisi CaCO_3 dan kelarutan dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi aktivitas fase murni¹. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi fase, aktivitas, dan K. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk kesetimbangan homogen dan heterogen perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

15.16.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas

Konteks seperti dekomposisi CaCO_3 dan kelarutan dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi aktivitas fase murni ≈ 1 . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi fase, aktivitas, dan K. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk kesetimbangan homogen dan heterogen perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai

bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat makroskopik, kesetimbangan homogen dan heterogen dipahami sebagai perbedaan sistem satu fase dan banyak fase serta alasan aktivitas padatan/cairan murni tidak muncul eksplisit dalam ekspresi K . Contoh positif perlu dipasangkan dengan noncontoh dan kasus batas supaya kategori tidak dibangun dari satu ciri dangkal. Kasus batas menuntut peserta didik menjelaskan alasan, kondisi, dan tingkat idealisasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa padatan dianggap tidak berperan atau konsentrasinya nol. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

15.16.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk kesetimbangan homogen dan heterogen perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat submikroskopik, kesetimbangan homogen dan heterogen dipahami sebagai perbedaan sistem satu fase dan banyak fase serta alasan aktivitas padatan/cairan murni tidak muncul eksplisit dalam ekspresi K . Miskonsepsi inti biasanya masuk akal dari sudut pengalaman awal sehingga tidak efektif hanya diberi label salah. Guru perlu menemukan aturan intuitif yang digunakan dan menunjukkan di mana aturan itu gagal. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa padatan dianggap tidak berperan atau konsentrasinya nol. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data

diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti dekomposisi CaCO_3 dan kelarutan dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi aktivitas fase murni¹. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi fase, aktivitas, dan K. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

15.16.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif

Dalam representasi simbolik, kesetimbangan homogen dan heterogen dipahami sebagai perbedaan sistem satu fase dan banyak fase serta alasan aktivitas padatan/cairan murni tidak muncul eksplisit dalam ekspresi K. Satu jawaban salah dapat muncul dari beberapa pola penalaran alternatif yang berbeda. Variasi respons perlu dipetakan berdasarkan alasan, representasi, dan tingkat keyakinan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa padatan dianggap tidak berperan atau konsentrasinya nol. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti dekomposisi CaCO_3 dan kelarutan dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi aktivitas fase murni¹. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi fase, aktivitas, dan K. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan

pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk kesetimbangan homogen dan heterogen perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

15.16.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi fase, aktivitas, dan K. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk kesetimbangan homogen dan heterogen perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara diagnostik, kesetimbangan homogen dan heterogen dipahami sebagai perbedaan sistem satu fase dan banyak fase serta alasan aktivitas padatan/cairan murni tidak muncul eksplisit dalam ekspresi K. Bahasa sehari-hari sering menggunakan kata yang sama dengan makna berbeda dari terminologi ilmiah. Peralihan register bahasa harus diajarkan eksplisit agar istilah familiar tidak membawa asumsi yang keliru. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa padatan dianggap tidak berperan atau konsentrasinya nol. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti dekomposisi CaCO_3 dan kelarutan dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi aktivitas fase murni ≈ 1 . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

15.16.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi

Remediasi untuk kesetimbangan homogen dan heterogen perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara epistemologis, kesetimbangan homogen dan heterogen dipahami sebagai perbedaan sistem satu fase dan banyak fase serta alasan aktivitas padatan/cairan murni tidak muncul eksplisit dalam ekspresi K. Gambar dan analogi dapat membantu sekaligus menyedatkan bila

fitur pemetaan dan batasnya tidak dijelaskan. Peserta didik perlu diminta menyebutkan bagian analogi yang sesuai dan yang tidak sesuai. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa padatan dianggap tidak berperan atau konsentrasinya nol. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti dekomposisi CaCO_3 dan kelarutan dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi aktivitas fase murni¹. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi fase, aktivitas, dan K. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

15.16.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa padatan dianggap tidak berperan atau konsentrasinya nol. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti dekomposisi CaCO_3 dan kelarutan dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi aktivitas fase murni¹. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta

didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi fase, aktivitas, dan K. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk kesetimbangan homogen dan heterogen perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam konteks laboratorium, kesetimbangan homogen dan heterogen dipahami sebagai perbedaan sistem satu fase dan banyak fase serta alasan aktivitas padatan/cairan murni tidak muncul eksplisit dalam ekspresi K. Urutan buku teks, penyederhanaan guru, dan latihan algoritmik dapat memperkuat miskonsepsi secara tidak sengaja. Audit representasi dan bahasa pengajaran diperlukan sebelum menyalahkan peserta didik. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

15.16.13 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh

Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk kesetimbangan homogen dan heterogen perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Ketika peserta didik memecahkan soal, kesetimbangan homogen dan heterogen dipahami sebagai perbedaan sistem satu fase dan banyak fase serta alasan aktivitas padatan/cairan murni tidak muncul eksplisit dalam ekspresi K. Pertanyaan terbuka harus memancing prediksi, alasan, bukti, dan penjelasan mekanistik. Respons tertulis sebaiknya ditindaklanjuti dengan pertanyaan klarifikasi singkat. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa padatan dianggap tidak berperan atau konsentrasinya nol. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti dekomposisi CaCO_3 dan kelarutan dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi aktivitas fase murni¹. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi fase, aktivitas, dan K. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

15.16.14 *Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan*

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Untuk mencegah hafalan tanpa makna, kesetimbangan homogen dan heterogen dipahami sebagai pembedaan sistem satu fase dan banyak fase serta alasan aktivitas padatan/cairan murni tidak muncul eksplisit dalam ekspresi K. Tes bertingkat memisahkan pilihan jawaban, alasan, dan keyakinan sehingga tebakan dapat dibedakan dari pemahaman. Distraktor harus berasal dari pola konsepsi yang benar-benar ditemukan dalam wawancara atau literatur. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa padatan dianggap tidak berperan atau konsentrasinya nol. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti dekomposisi CaCO_3 dan kelarutan dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi aktivitas fase murni ≈ 1 . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi fase, aktivitas, dan K. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk kesetimbangan homogen dan heterogen perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

15.16.15 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain

Konteks seperti dekomposisi CaCO_3 dan kelarutan dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi aktivitas fase murni $\approx$ 1. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi fase, aktivitas, dan K. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk kesetimbangan homogen dan heterogen perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam pembelajaran kimia SMA, kesetimbangan homogen dan heterogen dipahami sebagai pembedaan sistem satu fase dan banyak fase serta alasan aktivitas padatan/cairan murni tidak muncul eksplisit dalam ekspresi K. Tugas menggambar dan Predict-Observe-Explain

mengungkap hubungan antara model mental dan fenomena. Perbedaan prediksi dan observasi tidak otomatis mengubah konsep tanpa fase penjelasan dan rekonsiliasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa padatan dianggap tidak berperan atau konsentrasinya nol. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

15.16.16 Analisis Respons dan Peta Bukti

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk kesetimbangan homogen dan heterogen perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dari sudut pandang pedagogical content knowledge, kesetimbangan homogen dan heterogen dipahami sebagai perbedaan sistem satu fase dan banyak fase serta alasan aktivitas padatan/cairan murni tidak muncul eksplisit dalam ekspresi K. Analisis respons perlu menggunakan peta bukti, bukan keputusan berdasarkan satu butir. Konsistensi lintas konteks, representasi, dan waktu menentukan kuat-lemahnya klaim diagnostik. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa padatan dianggap tidak berperan atau konsentrasinya nol. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti dekomposisi CaCO_3 dan kelarutan dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi aktivitas fase murni $\approx$ 1. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta

didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi fase, aktivitas, dan K. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

15.16.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah

Pada tingkat makroskopik, kesetimbangan homogen dan heterogen dipahami sebagai perbedaan sistem satu fase dan banyak fase serta alasan aktivitas padatan/cairan murni tidak muncul eksplisit dalam ekspresi K. Konflik kognitif efektif bila anomali dipahami, relevan, dan diikuti model alternatif yang lebih produktif. Kejutan tanpa dukungan dapat membuat peserta didik mengabaikan data atau menghafal pengecualian. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa padatan dianggap tidak berperan atau konsentrasinya nol. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti dekomposisi CaCO_3 dan kelarutan dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi aktivitas fase murni¹. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi fase, aktivitas, dan K. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini

konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk kesetimbangan homogen dan heterogen perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

15.16.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi fase, aktivitas, dan K. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk kesetimbangan homogen dan heterogen perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat submikroskopik, kesetimbangan homogen dan heterogen dipahami sebagai perbedaan sistem satu fase dan banyak fase serta alasan aktivitas padatan/cairan murni tidak muncul eksplisit dalam ekspresi K . Representasi majemuk harus dikoordinasikan, bukan sekadar ditampilkan berdampingan. Prompt penghubung perlu menanyakan apa yang tetap, berubah, dan diwakili pada setiap bentuk. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa padatan dianggap tidak berperan atau konsentrasinya nol. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti dekomposisi CaCO_3 dan kelarutan dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi aktivitas fase murni¹. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

15.16.19 Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif

Remediasi untuk kesetimbangan homogen dan heterogen perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam representasi simbolik, kesetimbangan homogen dan heterogen dipahami sebagai perbedaan sistem satu fase dan banyak fase serta alasan aktivitas padatan/cairan murni tidak muncul eksplisit dalam ekspresi K . Praktikum, simulasi, dan argumentasi memberi ruang untuk menguji klaim dengan data. Kegiatan harus dirancang agar variabel, prediksi, ketidakpastian, dan batas model dibahas secara eksplisit. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa padatan dianggap tidak berperan atau konsentrasinya nol. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data

diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti dekomposisi CaCO_3 dan kelarutan dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi aktivitas fase murni¹. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi fase, aktivitas, dan K. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

15.16.20 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa padatan dianggap tidak berperan atau konsentrasinya nol. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti dekomposisi CaCO_3 dan kelarutan dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi aktivitas fase murni¹. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi fase, aktivitas, dan K. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk kesetimbangan homogen dan heterogen perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara diagnostik, kesetimbangan homogen dan heterogen dipahami sebagai perbedaan sistem satu fase dan banyak fase serta alasan aktivitas padatan/cairan murni tidak muncul eksplisit dalam ekspresi K. Perubahan konseptual dinilai melalui transfer ke masalah baru dan retensi setelah jeda waktu. Tindak lanjut harus membedakan penguasaan prosedur dari kemampuan menjelaskan dan mengevaluasi bukti. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Ringkasan Diagnostik 15.16

- Konsep sasaran: perbedaan sistem satu fase dan banyak fase serta alasan aktivitas padatan/cairan murni tidak muncul eksplisit dalam ekspresi K.
- Miskonsepsi prioritas: padatan dianggap tidak berperan atau konsentrasinya nol.
- Representasi minimum: fenomena dekomposisi CaCO_3 dan kelarutan, model partikel, dan simbol aktivitas fase murni ≈ 1 .
- Bukti minimum: satu pertanyaan terbuka, satu butir bertingkat, satu tugas representasi, dan satu konteks transfer.
- Keputusan pedagogis: remediasi didasarkan pada pola alasan dan keyakinan, bukan pada skor tunggal.

15.17 Hubungan Kinetika dan Keseimbangan

Subbab ini memusatkan perhatian pada hubungan kinetika dan keseimbangan sebagai bagian dari jejaring konsep bab. Tujuannya adalah membangun definisi yang presisi, mengidentifikasi batas penerapan, mengungkap pola miskonsepsi, dan menyediakan perangkat diagnosis serta remediasi yang dapat diterapkan di kelas XI.

15.17.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa K dianggap ukuran kecepatan dan keseimbangan dianggap terpisah dari kinetika. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi reversibel elementer dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $K = k_f/k_r$ (kasus sederhana). Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi laju reaksi dan termodinamika. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk hubungan kinetika dan keseimbangan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai

bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam konteks laboratorium, hubungan kinetika dan kesetimbangan dipahami sebagai kesetimbangan muncul saat laju maju dan balik sama, sedangkan nilai K terkait perbandingan konstanta laju untuk mekanisme sederhana. Penjelasan harus dimulai dari definisi yang dapat dioperasionalkan dalam pengamatan, perhitungan, dan komunikasi ilmiah. Batas konsep perlu dinyatakan agar istilah yang berdekatan tidak saling dipertukarkan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

15.17.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk hubungan kinetika dan kesetimbangan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Ketika peserta didik memecahkan soal, hubungan kinetika dan kesetimbangan dipahami sebagai kesetimbangan muncul saat laju maju dan balik sama, sedangkan nilai K terkait perbandingan konstanta laju untuk mekanisme sederhana. Konsep ini berada dalam jejaring pengetahuan, bukan unit hafalan yang berdiri sendiri. Prasyarat yang rapuh akan membuat peserta didik menggunakan aturan permukaan sebagai pengganti penalaran. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa K dianggap ukuran kecepatan dan kesetimbangan dianggap terpisah dari kinetika. Anggapan tersebut dapat bertahan karena

memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi reversibel elementer dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $K=k_f/k_r$ (kasus sederhana). Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi laju reaksi dan termodinamika. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

15.17.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Untuk mencegah hafalan tanpa makna, hubungan kinetika dan kesetimbangan dipahami sebagai kesetimbangan muncul saat laju maju dan balik sama, sedangkan nilai K terkait perbandingan konstanta laju untuk mekanisme sederhana. Fenomena makroskopik berfungsi sebagai sumber bukti, tetapi tidak dengan sendirinya menjelaskan mekanisme. Pengamatan harus dipisahkan dari inferensi agar peserta didik tidak menganggap kesan inderawi sebagai definisi ilmiah. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa K dianggap ukuran kecepatan dan kesetimbangan dianggap terpisah dari kinetika. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi reversibel elementer dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $K=k_f/k_r$ (kasus sederhana). Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi laju reaksi dan termodinamika. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya

dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk hubungan kinetika dan kesetimbangan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

15.17.4 Model Submikroskopik

Konteks seperti reaksi reversibel elementer dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $K=k_f/k_r$ (kasus sederhana). Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi laju reaksi dan termodinamika. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya,

jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk hubungan kinetika dan kesetimbangan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam pembelajaran kimia SMA, hubungan kinetika dan kesetimbangan dipahami sebagai kesetimbangan muncul saat laju maju dan balik sama, sedangkan nilai K terkait perbandingan konstanta laju untuk mekanisme sederhana. Model submikroskopik menjelaskan perilaku partikel, interaksi, distribusi, dan perubahan yang tidak tampak langsung. Model harus disebut sebagai representasi dengan asumsi dan keterbatasan, bukan foto literal realitas. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa K dianggap ukuran kecepatan dan kesetimbangan dianggap terpisah dari kinetika. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

15.17.5 Bahasa Simbolik dan Matematis

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk hubungan kinetika dan kesetimbangan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dari sudut pandang pedagogical content knowledge, hubungan kinetika dan kesetimbangan dipahami sebagai kesetimbangan muncul saat laju maju dan balik sama, sedangkan nilai K terkait perbandingan konstanta laju untuk mekanisme sederhana. Simbol dan persamaan memadatkan hubungan kuantitatif, tetapi setiap tanda harus dihubungkan dengan makna fisisnya. Manipulasi aljabar tanpa interpretasi satuan, tanda, dan kondisi mudah menghasilkan jawaban benar secara kebetulan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa K dianggap ukuran kecepatan dan kesetimbangan dianggap terpisah dari kinetika. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi reversibel elementer dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $K = k_f/k_r$ (kasus sederhana). Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi laju reaksi dan termodinamika. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

15.17.6 Koordinasi Antarrepresentasi

Pada tingkat makroskopik, hubungan kinetika dan kesetimbangan dipahami sebagai kesetimbangan muncul saat laju maju dan balik sama, sedangkan nilai K terkait perbandingan konstanta laju untuk mekanisme sederhana. Pemahaman matang tampak ketika peserta didik dapat berpindah konsisten antara fenomena, partikel, simbol, grafik, dan bahasa verbal. Ketidakselarasan antarrepresentasi merupakan indikator penting adanya pengetahuan yang terfragmentasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa K dianggap ukuran kecepatan dan kesetimbangan dianggap terpisah dari kinetika. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau

bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi reversibel elementer dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $K=k_f/k_r$ (kasus sederhana). Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi laju reaksi dan termodinamika. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk hubungan kinetika dan kesetimbangan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

15.17.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi laju reaksi dan termodinamika. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk hubungan kinetika dan kesetimbangan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat submikroskopik, hubungan kinetika dan kesetimbangan dipahami sebagai kesetimbangan muncul saat laju maju dan balik sama, sedangkan nilai K terkait perbandingan konstanta laju untuk mekanisme sederhana. Contoh positif perlu dipasangkan dengan noncontoh dan kasus batas supaya kategori tidak dibangun dari satu ciri dangkal. Kasus batas menuntut peserta didik menjelaskan alasan, kondisi, dan tingkat idealisasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa K dianggap ukuran kecepatan dan kesetimbangan dianggap terpisah dari kinetika. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi reversibel elementer dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $K = k_f/k_r$ (kasus sederhana). Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

15.17.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul

Remediasi untuk hubungan kinetika dan kesetimbangan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam representasi simbolik, hubungan kinetika dan kesetimbangan dipahami sebagai kesetimbangan muncul saat laju maju dan balik sama, sedangkan nilai K terkait perbandingan konstanta laju untuk mekanisme sederhana. Miskonsepsi inti biasanya masuk akal dari sudut pengalaman awal sehingga tidak efektif hanya diberi label salah. Guru perlu menemukan aturan intuitif yang digunakan dan menunjukkan di mana aturan itu gagal. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa K dianggap ukuran kecepatan dan kesetimbangan dianggap terpisah dari kinetika. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi reversibel elementer dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $K = k_f/k_r$ (kasus sederhana). Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi laju reaksi dan termodinamika. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

15.17.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa K dianggap ukuran kecepatan dan kesetimbangan dianggap terpisah dari kinetika. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi reversibel elementer dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $K=k_f/k_r$ (kasus sederhana). Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi laju reaksi dan termodinamika. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk hubungan kinetika dan kesetimbangan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai

bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara diagnostik, hubungan kinetika dan kesetimbangan dipahami sebagai kesetimbangan muncul saat laju maju dan balik sama, sedangkan nilai K terkait perbandingan konstanta laju untuk mekanisme sederhana. Satu jawaban salah dapat muncul dari beberapa pola penalaran alternatif yang berbeda. Variasi respons perlu dipetakan berdasarkan alasan, representasi, dan tingkat keyakinan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

15.17.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk hubungan kinetika dan kesetimbangan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara epistemologis, hubungan kinetika dan kesetimbangan dipahami sebagai kesetimbangan muncul saat laju maju dan balik sama, sedangkan nilai K terkait perbandingan konstanta laju untuk mekanisme sederhana. Bahasa sehari-hari sering menggunakan kata yang sama dengan makna berbeda dari terminologi ilmiah. Peralihan register bahasa harus diajarkan eksplisit agar istilah familiar tidak membawa asumsi yang keliru. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa K dianggap ukuran kecepatan dan kesetimbangan dianggap terpisah dari kinetika. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau

bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi reversibel elementer dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $K=k_f/k_r$ (kasus sederhana). Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi laju reaksi dan termodinamika. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

15.17.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam konteks laboratorium, hubungan kinetika dan kesetimbangan dipahami sebagai kesetimbangan muncul saat laju maju dan balik sama, sedangkan nilai K terkait perbandingan konstanta laju untuk mekanisme sederhana. Gambar dan analogi dapat membantu sekaligus menyesatkan bila fitur pemetaan dan batasnya tidak dijelaskan. Peserta didik perlu diminta menyebut bagian analogi yang sesuai dan yang tidak sesuai. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa K dianggap ukuran kecepatan dan kesetimbangan dianggap terpisah dari kinetika. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi reversibel elementer dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $K=k_f/k_r$ (kasus sederhana). Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi laju reaksi dan termodinamika. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk hubungan kinetika dan kesetimbangan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

15.17.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran

Konteks seperti reaksi reversibel elementer dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $K = k_f/k_r$ (kasus sederhana). Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi laju reaksi dan termodinamika. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk hubungan kinetika dan kesetimbangan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Ketika peserta didik memecahkan soal, hubungan kinetika dan kesetimbangan dipahami sebagai kesetimbangan muncul saat laju maju dan balik sama, sedangkan nilai K terkait perbandingan konstanta laju untuk mekanisme sederhana. Urutan buku teks, penyederhanaan guru, dan latihan algoritmik dapat memperkuat miskonsepsi secara tidak sengaja. Audit representasi dan bahasa pengajaran diperlukan sebelum menyalahkan peserta didik. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa K dianggap ukuran kecepatan dan kesetimbangan dianggap terpisah dari kinetika. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

15.17.13 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk hubungan kinetika dan kesetimbangan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Untuk mencegah hafalan tanpa makna, hubungan kinetika dan kesetimbangan dipahami sebagai kesetimbangan muncul saat laju maju dan balik sama, sedangkan nilai K terkait perbandingan konstanta laju untuk mekanisme sederhana. Pertanyaan terbuka harus

memancing prediksi, alasan, bukti, dan penjelasan mekanistik. Respons tertulis sebaiknya ditindaklanjuti dengan pertanyaan klarifikasi singkat. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa K dianggap ukuran kecepatan dan kesetimbangan dianggap terpisah dari kinetika. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi reversibel elementer dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $K = k_f/k_r$ (kasus sederhana). Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi laju reaksi dan termodinamika. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

15.17.14 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan

Dalam pembelajaran kimia SMA, hubungan kinetika dan kesetimbangan dipahami sebagai kesetimbangan muncul saat laju maju dan balik sama, sedangkan nilai K terkait perbandingan konstanta laju untuk mekanisme sederhana. Tes bertingkat memisahkan pilihan jawaban, alasan, dan keyakinan sehingga tebakan dapat dibedakan dari pemahaman. Distraktor harus berasal dari pola konsepsi yang benar-benar ditemukan dalam wawancara atau literatur. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa K dianggap ukuran kecepatan dan kesetimbangan dianggap terpisah dari kinetika. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi reversibel elementer dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $K=k_f/k_r$ (kasus sederhana). Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi laju reaksi dan termodinamika. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk hubungan kinetika dan kesetimbangan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

15.17.15 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi laju reaksi dan termodinamika. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini

konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk hubungan kinetika dan kesetimbangan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dari sudut pandang pedagogical content knowledge, hubungan kinetika dan kesetimbangan dipahami sebagai kesetimbangan muncul saat laju maju dan balik sama, sedangkan nilai K terkait perbandingan konstanta laju untuk mekanisme sederhana. Tugas menggambar dan Predict-Observe-Explain mengungkap hubungan antara model mental dan fenomena. Perbedaan prediksi dan observasi tidak otomatis mengubah konsep tanpa fase penjelasan dan rekonsiliasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa K dianggap ukuran kecepatan dan kesetimbangan dianggap terpisah dari kinetika. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi reversibel elementer dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $K = k_f/k_r$ (kasus sederhana). Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

15.17.16 Analisis Respons dan Peta Bukti

Remediasi untuk hubungan kinetika dan kesetimbangan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi

harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat makroskopik, hubungan kinetika dan kesetimbangan dipahami sebagai kesetimbangan muncul saat laju maju dan balik sama, sedangkan nilai K terkait perbandingan konstanta laju untuk mekanisme sederhana. Analisis respons perlu menggunakan peta bukti, bukan keputusan berdasarkan satu butir. Konsistensi lintas konteks, representasi, dan waktu menentukan kuat-lemahnya klaim diagnostik. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa K dianggap ukuran kecepatan dan kesetimbangan dianggap terpisah dari kinetika. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi reversibel elementer dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $K = k_f/k_r$ (kasus sederhana). Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi laju reaksi dan termodinamika. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

15.17.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa K dianggap ukuran kecepatan dan kesetimbangan dianggap terpisah dari kinetika. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi reversibel elementer dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $K=k_f/k_r$ (kasus sederhana). Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi laju reaksi dan termodinamika. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk hubungan kinetika dan kesetimbangan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat submikroskopik, hubungan kinetika dan kesetimbangan dipahami sebagai kesetimbangan muncul saat laju maju dan balik sama, sedangkan nilai K terkait perbandingan konstanta laju untuk mekanisme sederhana. Konflik kognitif efektif bila anomali dipahami,

relevan, dan diikuti model alternatif yang lebih produktif. Kejutan tanpa dukungan dapat membuat peserta didik mengabaikan data atau menghafal pengecualian. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

15.17.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk hubungan kinetika dan kesetimbangan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam representasi simbolik, hubungan kinetika dan kesetimbangan dipahami sebagai kesetimbangan muncul saat laju maju dan balik sama, sedangkan nilai K terkait perbandingan konstanta laju untuk mekanisme sederhana. Representasi majemuk harus dikoordinasikan, bukan sekadar ditampilkan berdampingan. Prompt penghubung perlu menanyakan apa yang tetap, berubah, dan diwakili pada setiap bentuk. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa K dianggap ukuran kecepatan dan kesetimbangan dianggap terpisah dari kinetika. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi reversibel elementer dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke

representasi $K=k_f/k_r$ (kasus sederhana). Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi laju reaksi dan termodinamika. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

15.17.19 Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara diagnostik, hubungan kinetika dan kesetimbangan dipahami sebagai kesetimbangan muncul saat laju maju dan balik sama, sedangkan nilai K terkait perbandingan konstanta laju untuk mekanisme sederhana. Praktikum, simulasi, dan argumentasi memberi ruang untuk menguji klaim dengan data. Kegiatan harus dirancang agar variabel, prediksi, ketidakpastian, dan batas model dibahas secara eksplisit. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa K dianggap ukuran kecepatan dan kesetimbangan dianggap terpisah dari kinetika. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi reversibel elementer dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $K=k_f/k_r$ (kasus sederhana). Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi laju reaksi dan termodinamika. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh

Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk hubungan kinetika dan kesetimbangan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

15.17.20 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut

Konteks seperti reaksi reversibel elementer dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $K=k_f/k_r$ (kasus sederhana). Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi laju reaksi dan termodinamika. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk hubungan kinetika dan kesetimbangan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara epistemologis, hubungan kinetika dan kesetimbangan dipahami sebagai kesetimbangan muncul saat laju maju dan balik sama, sedangkan nilai K terkait perbandingan konstanta laju untuk mekanisme sederhana. Perubahan konseptual dinilai melalui transfer ke masalah baru dan retensi setelah jeda waktu. Tindak lanjut harus membedakan penguasaan prosedur dari kemampuan menjelaskan dan mengevaluasi bukti. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa K dianggap ukuran kecepatan dan kesetimbangan dianggap terpisah dari kinetika. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Ringkasan Diagnostik 15.17

- Konsep sasaran: kesetimbangan muncul saat laju maju dan balik sama, sedangkan nilai K terkait perbandingan konstanta laju untuk mekanisme sederhana.
- Miskonsepsi prioritas: K dianggap ukuran kecepatan dan kesetimbangan dianggap terpisah dari kinetika.
- Representasi minimum: fenomena reaksi reversibel elementer, model partikel, dan simbol $K = k_f/k_r$ (kasus sederhana).
- Bukti minimum: satu pertanyaan terbuka, satu butir bertingkat, satu tugas representasi, dan satu konteks transfer.
- Keputusan pedagogis: remediasi didasarkan pada pola alasan dan keyakinan, bukan pada skor tunggal.

15.18 Strategi Diagnosis dan Remediasi

Subbab ini memusatkan perhatian pada strategi diagnosis dan remediasi sebagai bagian dari jejaring konsep bab. Tujuannya adalah membangun definisi yang presisi, mengidentifikasi batas penerapan, mengungkap pola miskonsepsi, dan menyediakan perangkat diagnosis serta remediasi yang dapat diterapkan di kelas XI.

15.18.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep

Konteks seperti tes tiga/empat tingkat dan eksperimen warna dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi POE dan peta bukti. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi seluruh konsep kesetimbangan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk strategi diagnosis dan remediasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Ketika peserta didik memecahkan soal, strategi diagnosis dan remediasi dipahami sebagai diagnosis lintas representasi dan remediasi dengan simulasi partikel, grafik, Q-K, serta argumentasi. Penjelasan harus dimulai dari definisi yang dapat dioperasionalkan dalam pengamatan, perhitungan, dan komunikasi ilmiah. Batas konsep perlu dinyatakan agar istilah yang berdekatan tidak saling dipertukarkan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa jawaban arah pergeseran tanpa alasan dianggap bukti pemahaman. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

15.18.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk strategi diagnosis dan remediasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Untuk mencegah hafalan tanpa makna, strategi diagnosis dan remediasi dipahami sebagai diagnosis lintas representasi dan remediasi dengan simulasi partikel, grafik, Q-K, serta argumentasi. Konsep ini berada dalam jejaring pengetahuan, bukan unit hafalan yang berdiri sendiri. Prasyarat yang rapuh akan membuat peserta didik menggunakan aturan permukaan sebagai pengganti penalaran. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa jawaban arah pergeseran tanpa alasan dianggap bukti pemahaman. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti tes tiga/empat tingkat dan eksperimen warna dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi POE dan peta bukti. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi seluruh konsep kesetimbangan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini

konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

15.18.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan

Dalam pembelajaran kimia SMA, strategi diagnosis dan remediasi dipahami sebagai diagnosis lintas representasi dan remediasi dengan simulasi partikel, grafik, Q-K, serta argumentasi. Fenomena makroskopik berfungsi sebagai sumber bukti, tetapi tidak dengan sendirinya menjelaskan mekanisme. Pengamatan harus dipisahkan dari inferensi agar peserta didik tidak menganggap kesan inderawi sebagai definisi ilmiah. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa jawaban arah pergeseran tanpa alasan dianggap bukti pemahaman. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti tes tiga/empat tingkat dan eksperimen warna dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi POE dan peta bukti. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi seluruh konsep kesetimbangan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk strategi diagnosis dan remediasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan

membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

15.18.4 Model Submikroskopik

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi seluruh konsep kesetimbangan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk strategi diagnosis dan remediasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dari sudut pandang pedagogical content knowledge, strategi diagnosis dan remediasi dipahami sebagai diagnosis lintas representasi dan remediasi dengan simulasi partikel, grafik, Q-K, serta argumentasi. Model submikroskopik menjelaskan perilaku partikel, interaksi, distribusi, dan perubahan yang tidak tampak langsung. Model harus disebut sebagai representasi dengan asumsi dan keterbatasan, bukan foto literal realitas. Pembahasan harus terus menegaskan

bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa jawaban arah pergeseran tanpa alasan dianggap bukti pemahaman. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti tes tiga/empat tingkat dan eksperimen warna dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi POE dan peta bukti. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

15.18.5 Bahasa Simbolik dan Matematis

Remediasi untuk strategi diagnosis dan remediasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat makroskopik, strategi diagnosis dan remediasi dipahami sebagai diagnosis lintas representasi dan remediasi dengan simulasi partikel, grafik, Q-K, serta argumentasi. Simbol dan persamaan memadatkan hubungan kuantitatif, tetapi setiap tanda harus dihubungkan dengan makna fisisnya. Manipulasi aljabar tanpa interpretasi satuan, tanda, dan kondisi mudah menghasilkan jawaban benar secara kebetulan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa jawaban arah pergeseran tanpa alasan dianggap bukti pemahaman. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti tes tiga/empat tingkat dan eksperimen warna dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi POE dan peta bukti. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi seluruh konsep kesetimbangan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

15.18.6 Koordinasi Antarrepresentasi

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa jawaban arah pergeseran tanpa alasan dianggap bukti pemahaman. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti tes tiga/empat tingkat dan eksperimen warna dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi POE dan peta bukti. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi seluruh konsep kesetimbangan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk strategi diagnosis dan remediasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat submikroskopik, strategi diagnosis dan remediasi dipahami sebagai diagnosis lintas representasi dan remediasi dengan simulasi partikel, grafik, Q-K, serta argumentasi. Pemahaman matang tampak ketika peserta didik dapat berpindah konsisten antara fenomena, partikel, simbol, grafik, dan bahasa verbal. Ketidakselarasan antarrepresentasi merupakan indikator penting adanya pengetahuan yang terfragmentasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

15.18.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk strategi diagnosis dan remediasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam representasi simbolik, strategi diagnosis dan remediasi dipahami sebagai diagnosis lintas representasi dan remediasi dengan simulasi partikel, grafik, Q-K, serta argumentasi. Contoh positif perlu dipasangkan dengan noncontoh dan kasus batas supaya kategori tidak dibangun dari satu ciri dangkal. Kasus batas menuntut peserta didik menjelaskan alasan, kondisi, dan tingkat idealisasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa jawaban arah pergeseran tanpa alasan dianggap bukti pemahaman. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti tes tiga/empat tingkat dan eksperimen warna dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi POE dan peta bukti. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi seluruh konsep kesetimbangan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

15.18.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara diagnostik, strategi diagnosis dan remediasi dipahami sebagai diagnosis lintas representasi dan remediasi dengan simulasi partikel, grafik, Q-K, serta argumentasi. Miskonsepsi inti biasanya masuk akal dari sudut pengalaman awal sehingga tidak efektif hanya diberi label salah. Guru perlu menemukan aturan intuitif yang digunakan dan menunjukkan di mana aturan itu gagal. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa jawaban arah pergeseran tanpa alasan dianggap bukti pemahaman. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk

data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti tes tiga/empat tingkat dan eksperimen warna dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi POE dan peta bukti. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi seluruh konsep kesetimbangan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk strategi diagnosis dan remediasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

15.18.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif

Konteks seperti tes tiga/empat tingkat dan eksperimen warna dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi POE dan peta bukti. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi seluruh konsep kesetimbangan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk strategi diagnosis dan remediasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara epistemologis, strategi diagnosis dan remediasi dipahami sebagai diagnosis lintas representasi dan remediasi dengan simulasi partikel, grafik, Q-K, serta argumentasi. Satu jawaban salah dapat muncul dari beberapa pola penalaran alternatif yang berbeda. Variasi respons perlu dipetakan berdasarkan alasan, representasi, dan tingkat keyakinan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa jawaban arah pergeseran tanpa alasan dianggap bukti pemahaman. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

15.18.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk strategi diagnosis dan remediasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan

membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam konteks laboratorium, strategi diagnosis dan remediasi dipahami sebagai diagnosis lintas representasi dan remediasi dengan simulasi partikel, grafik, Q-K, serta argumentasi. Bahasa sehari-hari sering menggunakan kata yang sama dengan makna berbeda dari terminologi ilmiah. Peralihan register bahasa harus diajarkan eksplisit agar istilah familiar tidak membawa asumsi yang keliru. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa jawaban arah pergeseran tanpa alasan dianggap bukti pemahaman. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti tes tiga/empat tingkat dan eksperimen warna dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi POE dan peta bukti. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi seluruh konsep kesetimbangan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

15.18.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi

Ketika peserta didik memecahkan soal, strategi diagnosis dan remediasi dipahami sebagai diagnosis lintas representasi dan remediasi dengan simulasi partikel, grafik, Q-K, serta argumentasi. Gambar dan analogi dapat membantu sekaligus menyesatkan bila fitur pemetaan dan batasnya tidak dijelaskan. Peserta didik perlu diminta menyebut bagian analogi yang sesuai

dan yang tidak sesuai. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa jawaban arah pergeseran tanpa alasan dianggap bukti pemahaman. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti tes tiga/empat tingkat dan eksperimen warna dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi POE dan peta bukti. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi seluruh konsep kesetimbangan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk strategi diagnosis dan remediasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

15.18.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi seluruh konsep kesetimbangan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk strategi diagnosis dan remediasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Untuk mencegah hafalan tanpa makna, strategi diagnosis dan remediasi dipahami sebagai diagnosis lintas representasi dan remediasi dengan simulasi partikel, grafik, Q-K, serta argumentasi. Urutan buku teks, penyederhanaan guru, dan latihan algoritmik dapat memperkuat miskonsepsi secara tidak sengaja. Audit representasi dan bahasa pengajaran diperlukan sebelum menyalahkan peserta didik. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa jawaban arah pergeseran tanpa alasan dianggap bukti pemahaman. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti tes tiga/empat tingkat dan eksperimen warna dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi POE dan peta bukti. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

15.18.13 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka

Remediasi untuk strategi diagnosis dan remediasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam pembelajaran kimia SMA, strategi diagnosis dan remediasi dipahami sebagai diagnosis lintas representasi dan remediasi dengan simulasi partikel, grafik, Q-K, serta argumentasi. Pertanyaan terbuka harus memancing prediksi, alasan, bukti, dan penjelasan mekanistik. Respons tertulis sebaiknya ditindaklanjuti dengan pertanyaan klarifikasi singkat. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa jawaban arah pergeseran tanpa alasan dianggap bukti pemahaman. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti tes tiga/empat tingkat dan eksperimen warna dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi POE dan peta bukti. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi seluruh konsep kesetimbangan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini

konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

15.18.14 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa jawaban arah pergeseran tanpa alasan dianggap bukti pemahaman. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti tes tiga/empat tingkat dan eksperimen warna dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi POE dan peta bukti. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi seluruh konsep kesetimbangan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk strategi diagnosis dan remediasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus

menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dari sudut pandang pedagogical content knowledge, strategi diagnosis dan remediasi dipahami sebagai diagnosis lintas representasi dan remediasi dengan simulasi partikel, grafik, Q-K, serta argumentasi. Tes bertingkat memisahkan pilihan jawaban, alasan, dan keyakinan sehingga tebakan dapat dibedakan dari pemahaman. Distraktor harus berasal dari pola konsepsi yang benar-benar ditemukan dalam wawancara atau literatur. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

15.18.15 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk strategi diagnosis dan remediasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat makroskopik, strategi diagnosis dan remediasi dipahami sebagai diagnosis lintas representasi dan remediasi dengan simulasi partikel, grafik, Q-K, serta argumentasi. Tugas menggambar dan Predict-Observe-Explain mengungkap hubungan antara model mental dan fenomena. Perbedaan prediksi dan observasi tidak otomatis mengubah konsep tanpa fase

penjelasan dan rekonsiliasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa jawaban arah pergeseran tanpa alasan dianggap bukti pemahaman. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti tes tiga/empat tingkat dan eksperimen warna dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi POE dan peta bukti. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi seluruh konsep kesetimbangan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

15.18.16 Analisis Respons dan Peta Bukti

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat submikroskopik, strategi diagnosis dan remediasi dipahami sebagai diagnosis lintas representasi dan remediasi dengan simulasi partikel, grafik, Q-K, serta argumentasi. Analisis respons perlu menggunakan peta bukti, bukan keputusan berdasarkan satu butir. Konsistensi lintas konteks, representasi, dan waktu menentukan kuat-lemahnya klaim diagnostik. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa jawaban arah pergeseran tanpa alasan dianggap bukti pemahaman. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti tes tiga/empat tingkat dan eksperimen warna dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi POE dan peta bukti. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi seluruh konsep kesetimbangan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk strategi diagnosis dan remediasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

15.18.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah

Konteks seperti tes tiga/empat tingkat dan eksperimen warna dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi POE dan peta bukti. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi seluruh konsep kesetimbangan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk strategi diagnosis dan remediasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam representasi simbolik, strategi diagnosis dan remediasi dipahami sebagai diagnosis lintas representasi dan remediasi dengan simulasi partikel, grafik, Q-K, serta argumentasi. Konflik kognitif efektif bila anomali dipahami, relevan, dan diikuti model alternatif yang lebih produktif. Kejutan tanpa dukungan dapat membuat peserta didik mengabaikan data atau menghafal pengecualian. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa jawaban arah pergeseran tanpa alasan dianggap bukti pemahaman. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

15.18.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk strategi diagnosis dan remediasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai

bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara diagnostik, strategi diagnosis dan remediasi dipahami sebagai diagnosis lintas representasi dan remediasi dengan simulasi partikel, grafik, Q-K, serta argumentasi. Representasi majemuk harus dikoordinasikan, bukan sekadar ditampilkan berdampingan. Prompt penghubung perlu menanyakan apa yang tetap, berubah, dan diwakili pada setiap bentuk. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa jawaban arah pergeseran tanpa alasan dianggap bukti pemahaman. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti tes tiga/empat tingkat dan eksperimen warna dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi POE dan peta bukti. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi seluruh konsep kesetimbangan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

15.18.19 Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif

Secara epistemologis, strategi diagnosis dan remediasi dipahami sebagai diagnosis lintas representasi dan remediasi dengan simulasi partikel, grafik, Q-K, serta argumentasi. Praktikum, simulasi, dan argumentasi memberi ruang untuk menguji klaim dengan data. Kegiatan harus dirancang agar variabel, prediksi, ketidakpastian, dan batas model dibahas secara eksplisit. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa jawaban arah pergeseran tanpa alasan dianggap bukti pemahaman. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk

data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti tes tiga/empat tingkat dan eksperimen warna dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi POE dan peta bukti. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi seluruh konsep kesetimbangan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk strategi diagnosis dan remediasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

15.18.20 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi seluruh konsep kesetimbangan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk strategi diagnosis dan remediasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam konteks laboratorium, strategi diagnosis dan remediasi dipahami sebagai diagnosis lintas representasi dan remediasi dengan simulasi partikel, grafik, Q-K, serta argumentasi. Perubahan konseptual dinilai melalui transfer ke masalah baru dan retensi setelah jeda waktu. Tindak lanjut harus membedakan penguasaan prosedur dari kemampuan menjelaskan dan mengevaluasi bukti. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa jawaban arah pergeseran tanpa alasan dianggap bukti pemahaman. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti tes tiga/empat tingkat dan eksperimen warna dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi POE dan peta bukti. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Ringkasan Diagnostik 15.18

- Konsep sasaran: diagnosis lintas representasi dan remediasi dengan simulasi partikel, grafik, Q-K, serta argumentasi.

- Miskonsepsi prioritas: jawaban arah pergeseran tanpa alasan dianggap bukti pemahaman.
- Representasi minimum: fenomena tes tiga/empat tingkat dan eksperimen warna, model partikel, dan simbol POE dan peta bukti.
- Bukti minimum: satu pertanyaan terbuka, satu butir bertingkat, satu tugas representasi, dan satu konteks transfer.
- Keputusan pedagogis: remediasi didasarkan pada pola alasan dan keyakinan, bukan pada skor tunggal.

15.19 Sintesis Bab

Sintesis Bab 15 menegaskan bahwa konsep-konsep di dalamnya saling bergantung. Miskonsepsi yang tampak lokal sering berakar pada ketidakmampuan mengoordinasikan tingkat makroskopik, submikroskopik, simbolik, grafik, dan matematis. Karena itu, diagnosis perlu lintas representasi dan remediasi perlu menggabungkan bukti empiris, model, argumentasi, serta refleksi metakognitif. Perubahan konseptual dinilai melalui konsistensi alasan, transfer, dan retensi, bukan hanya peningkatan skor segera setelah pembelajaran.

Sintesis Bab 15 menegaskan bahwa konsep-konsep di dalamnya saling bergantung. Miskonsepsi yang tampak lokal sering berakar pada ketidakmampuan mengoordinasikan tingkat makroskopik, submikroskopik, simbolik, grafik, dan matematis. Karena itu, diagnosis perlu lintas representasi dan remediasi perlu menggabungkan bukti empiris, model, argumentasi, serta refleksi metakognitif. Perubahan konseptual dinilai melalui konsistensi alasan, transfer, dan retensi, bukan hanya peningkatan skor segera setelah pembelajaran.

Sintesis Bab 15 menegaskan bahwa konsep-konsep di dalamnya saling bergantung. Miskonsepsi yang tampak lokal sering berakar pada ketidakmampuan mengoordinasikan tingkat makroskopik, submikroskopik, simbolik, grafik, dan matematis. Karena itu, diagnosis perlu lintas representasi dan remediasi perlu menggabungkan bukti empiris, model, argumentasi, serta refleksi metakognitif. Perubahan konseptual dinilai melalui konsistensi alasan, transfer, dan retensi, bukan hanya peningkatan skor segera setelah pembelajaran.

Sintesis Bab 15 menegaskan bahwa konsep-konsep di dalamnya saling bergantung. Miskonsepsi yang tampak lokal sering berakar pada ketidakmampuan mengoordinasikan tingkat makroskopik, submikroskopik, simbolik, grafik, dan matematis. Karena itu, diagnosis perlu lintas representasi dan remediasi perlu menggabungkan bukti empiris, model, argumentasi, serta refleksi metakognitif. Perubahan konseptual dinilai melalui konsistensi alasan, transfer, dan retensi, bukan hanya peningkatan skor segera setelah pembelajaran.

Sintesis Bab 15 menegaskan bahwa konsep-konsep di dalamnya saling bergantung. Miskonsepsi yang tampak lokal sering berakar pada ketidakmampuan mengoordinasikan tingkat makroskopik, submikroskopik, simbolik, grafik, dan matematis. Karena itu, diagnosis perlu lintas representasi dan remediasi perlu menggabungkan bukti empiris, model, argumentasi, serta refleksi metakognitif. Perubahan konseptual dinilai melalui konsistensi alasan, transfer, dan retensi, bukan hanya peningkatan skor segera setelah pembelajaran.

Sintesis Bab 15 menegaskan bahwa konsep-konsep di dalamnya saling bergantung. Miskonsepsi yang tampak lokal sering berakar pada ketidakmampuan mengoordinasikan tingkat makroskopik, submikroskopik, simbolik, grafik, dan matematis. Karena itu, diagnosis perlu lintas representasi dan remediasi perlu menggabungkan bukti empiris, model, argumentasi, serta refleksi metakognitif. Perubahan konseptual dinilai melalui konsistensi alasan, transfer, dan retensi, bukan hanya peningkatan skor segera setelah pembelajaran.

Sintesis Bab 15 menegaskan bahwa konsep-konsep di dalamnya saling bergantung. Miskonsepsi yang tampak lokal sering berakar pada ketidakmampuan mengoordinasikan tingkat makroskopik, submikroskopik, simbolik, grafik, dan matematis. Karena itu, diagnosis perlu lintas representasi dan remediasi perlu menggabungkan bukti empiris, model, argumentasi, serta refleksi metakognitif. Perubahan konseptual dinilai melalui konsistensi alasan, transfer, dan retensi, bukan hanya peningkatan skor segera setelah pembelajaran.

Sintesis Bab 15 menegaskan bahwa konsep-konsep di dalamnya saling bergantung. Miskonsepsi yang tampak lokal sering berakar pada ketidakmampuan mengoordinasikan tingkat makroskopik, submikroskopik, simbolik, grafik, dan matematis. Karena itu, diagnosis perlu lintas representasi dan remediasi perlu menggabungkan bukti empiris, model, argumentasi, serta refleksi metakognitif. Perubahan konseptual dinilai melalui konsistensi alasan, transfer, dan retensi, bukan hanya peningkatan skor segera setelah pembelajaran.

Sintesis Bab 15 menegaskan bahwa konsep-konsep di dalamnya saling bergantung. Miskonsepsi yang tampak lokal sering berakar pada ketidakmampuan mengoordinasikan tingkat makroskopik, submikroskopik, simbolik, grafik, dan matematis. Karena itu, diagnosis perlu lintas representasi dan remediasi perlu menggabungkan bukti empiris, model, argumentasi, serta refleksi metakognitif. Perubahan konseptual dinilai melalui konsistensi alasan, transfer, dan retensi, bukan hanya peningkatan skor segera setelah pembelajaran.

Sintesis Bab 15 menegaskan bahwa konsep-konsep di dalamnya saling bergantung. Miskonsepsi yang tampak lokal sering berakar pada ketidakmampuan mengoordinasikan tingkat makroskopik, submikroskopik, simbolik, grafik, dan matematis. Karena itu, diagnosis perlu lintas representasi dan remediasi perlu menggabungkan bukti empiris, model, argumentasi, serta refleksi metakognitif. Perubahan konseptual dinilai melalui konsistensi alasan, transfer, dan retensi, bukan hanya peningkatan skor segera setelah pembelajaran.

Daftar Pustaka Bab 15

Atkins, P., de Paula, J., & Keeler, J. (2018). *Atkins' Physical Chemistry* (11th ed.). Oxford University Press.

Brown, T. L., LeMay, H. E., Bursten, B. E., Murphy, C. J., Woodward, P. M., & Stoltzfus, M. W. (2018). *Chemistry: The Central Science* (14th ed.). Pearson.

Flowers, P., Theopold, K., Langley, R., & Robinson, W. R. (2019). *Chemistry 2e*. OpenStax, Rice University. <https://openstax.org/details/books/chemistry-2e>

IUPAC. (2025). *Compendium of Chemical Terminology (the Gold Book)*, 5th ed. <https://goldbook.iupac.org/>

NIST. (2026). *NIST Chemistry WebBook, SRD 69*. <https://webbook.nist.gov/chemistry/>

Johnstone, A. H. (1991). Why is science difficult to learn? Things are seldom what they seem. *Journal of Computer Assisted Learning*, 7(2), 75-83. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2729.1991.tb00230.x>

Garnett, P. J., Garnett, P. J., & Hackling, M. W. (1995). Students' alternative conceptions in chemistry: A review of research and implications for teaching and learning. *Studies in Science Education*, 25(1), 69-96. <https://doi.org/10.1080/03057269508560003>

Taber, K. S. (2002). *Chemical Misconceptions: Prevention, Diagnosis and Cure*. Royal Society of Chemistry.

Kind, V. (2004). *Beyond Appearances: Students' Misconceptions about Basic Chemical Ideas* (2nd ed.). Royal Society of Chemistry.

Treagust, D. F. (1988). Development and use of diagnostic tests to evaluate students' misconceptions in science. *International Journal of Science Education*, 10(2), 159-169. <https://doi.org/10.1080/0950069880100204>

Driver, R., Squires, A., Rushworth, P., & Wood-Robinson, V. (1994). *Making Sense of Secondary Science*. Routledge.

AAAS Project 2061. (2009). *Benchmarks for Science Literacy: Common student ideas and learning difficulties*. <https://www.project2061.org/publications/bsl/online/>

Banerjee, A. C. (1991). Misconceptions of students and teachers in chemical equilibrium. *International Journal of Science Education*, 13(4), 487-494. <https://doi.org/10.1080/0950069910130411>

Voska, K. W., & Heikkinen, H. W. (2000). Identification and analysis of student conceptions used to solve chemical equilibrium problems. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(2), 160-176. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-2736\(200002\)37:2<160::AID-TEA5>3.0.CO;2-K](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-2736(200002)37:2<160::AID-TEA5>3.0.CO;2-K)

Thomas, P. L., & Schwenz, R. W. (1998). College physical chemistry students' conceptions of equilibrium and fundamental thermodynamics. *Journal of Research in Science Teaching*, 35(10), 1151-1160. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-2736\(199812\)35:10<1151::AID-TEA6>3.0.CO;2-K](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-2736(199812)35:10<1151::AID-TEA6>3.0.CO;2-K)

Cakmakci, G. (2010). Identifying alternative conceptions of chemical kinetics among secondary school and undergraduate students in Turkey. *Journal of Chemical Education*, 87(4), 449-455. <https://doi.org/10.1021/ed8001336>

Chemistry LibreTexts. (2026). *General Chemistry collections: thermochemistry, kinetics, equilibrium, and acid-base chemistry*. <https://chem.libretexts.org/>

IUPAC. (1996). A glossary of terms used in chemical kinetics, including reaction dynamics. *Pure and Applied Chemistry*, 68(1), 149-192. <https://doi.org/10.1351/pac199668010149>

IUPAC. (2007). *Glossary of terms used in physical organic chemistry*. Pure and Applied Chemistry. <https://doi.org/10.1351/goldbook>

National Research Council. (2012). *A Framework for K-12 Science Education*. National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/13165>

BAB 16

MISKONSEPSI TENTANG LARUTAN, ASAM, BASA, DAN KESETIMBANGAN ION

Pengantar Bab

Bab ini mengkaji miskonsepsi pada larutan, asam, basa, dan kesetimbangan ion. Pembahasan menghubungkan fenomena yang dapat diamati, model submikroskopik, bahasa simbolik-matematis, pola penalaran alternatif, sumber pembentukan miskonsepsi, bukti diagnosis, dan rancangan perubahan konseptual. Setiap subbab dikembangkan secara berkesinambungan tanpa pemisahan halaman yang tidak perlu; halaman baru diwajibkan hanya pada pergantian bab. Fokus utama adalah membedakan pengetahuan konseptual dari keberhasilan algoritmik serta memastikan bahwa interpretasi tanda, grafik, persamaan, dan model partikel tetap konsisten.

Bab ini mengkaji miskonsepsi pada larutan, asam, basa, dan kesetimbangan ion. Pembahasan menghubungkan fenomena yang dapat diamati, model submikroskopik, bahasa simbolik-matematis, pola penalaran alternatif, sumber pembentukan miskonsepsi, bukti diagnosis, dan rancangan perubahan konseptual. Setiap subbab dikembangkan secara berkesinambungan tanpa pemisahan halaman yang tidak perlu; halaman baru diwajibkan hanya pada pergantian bab. Fokus utama adalah membedakan pengetahuan konseptual dari keberhasilan algoritmik serta memastikan bahwa interpretasi tanda, grafik, persamaan, dan model partikel tetap konsisten.

Bab ini mengkaji miskonsepsi pada larutan, asam, basa, dan kesetimbangan ion. Pembahasan menghubungkan fenomena yang dapat diamati, model submikroskopik, bahasa simbolik-matematis, pola penalaran alternatif, sumber pembentukan miskonsepsi, bukti diagnosis, dan rancangan perubahan konseptual. Setiap subbab dikembangkan secara berkesinambungan tanpa pemisahan halaman yang tidak perlu; halaman baru diwajibkan hanya pada pergantian bab. Fokus utama adalah membedakan pengetahuan konseptual dari keberhasilan algoritmik serta memastikan bahwa interpretasi tanda, grafik, persamaan, dan model partikel tetap konsisten.

Peta Konseptual dan Alur Pembahasan

Alur bab bergerak dari definisi dan prasyarat menuju representasi, miskonsepsi, sumber, diagnosis, remediasi, serta transfer-retensi. Hubungan antarsubbab diperlakukan sebagai jejaring: konsep awal berfungsi sebagai prasyarat bagi konsep berikutnya, sedangkan strategi diagnosis dan remediasi mensintesis seluruh jejaring tersebut.

16.1 Hakikat Larutan

Subbab ini memusatkan perhatian pada hakikat larutan sebagai bagian dari jejaring konsep bab. Tujuannya adalah membangun definisi yang presisi, mengidentifikasi batas penerapan,

mengungkap pola miskonsepsi, dan menyediakan perangkat diagnosis serta remediasi yang dapat diterapkan di kelas XI.

16.1.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa larutan dianggap zat baru tunggal atau selalu bening dan berair. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti larutan garam, gula, dan paduan dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi komposisi dan konsentrasi. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi materi, campuran, dan partikel. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk hakikat larutan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dari sudut pandang pedagogical content knowledge, hakikat larutan dipahami sebagai campuran homogen pada skala makroskopik yang terdiri atas spesies terdispersi secara molekuler atau ionik. Penjelasan harus dimulai dari definisi yang dapat dioperasionalkan dalam pengamatan, perhitungan, dan komunikasi ilmiah. Batas konsep perlu dinyatakan agar istilah yang berdekatan tidak saling dipertukarkan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

16.1.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk hakikat larutan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat makroskopik, hakikat larutan dipahami sebagai campuran homogen pada skala makroskopik yang terdiri atas spesies terdispersi secara molekuler atau ionik. Konsep ini berada dalam jejaring pengetahuan, bukan unit hafalan yang berdiri sendiri. Prasyarat yang rapuh akan membuat peserta didik menggunakan aturan permukaan sebagai pengganti penalaran. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa larutan dianggap zat baru tunggal atau selalu bening dan berair. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti larutan garam, gula, dan paduan dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi komposisi dan konsentrasi. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi materi, campuran, dan partikel. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

16.1.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat submikroskopik, hakikat larutan dipahami sebagai campuran homogen pada skala makroskopik yang terdiri atas spesies terdispersi secara molekuler atau ionik. Fenomena makroskopik berfungsi sebagai sumber bukti, tetapi tidak dengan sendirinya menjelaskan mekanisme. Pengamatan harus dipisahkan dari inferensi agar peserta didik tidak menganggap kesan inderawi sebagai definisi ilmiah. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa larutan dianggap zat baru tunggal atau selalu bening dan berair. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti larutan garam, gula, dan paduan dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi komposisi dan konsentrasi. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi materi, campuran, dan partikel. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini

konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk hakikat larutan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

16.1.4 Model Submikroskopik

Konteks seperti larutan garam, gula, dan paduan dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi komposisi dan konsentrasi. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi materi, campuran, dan partikel. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk hakikat larutan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya

jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam representasi simbolik, hakikat larutan dipahami sebagai campuran homogen pada skala makroskopik yang terdiri atas spesies terdispersi secara molekuler atau ionik. Model submikroskopik menjelaskan perilaku partikel, interaksi, distribusi, dan perubahan yang tidak tampak langsung. Model harus disebut sebagai representasi dengan asumsi dan keterbatasan, bukan foto literal realitas. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa larutan dianggap zat baru tunggal atau selalu bening dan berair. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

16.1.5 Bahasa Simbolik dan Matematis

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk hakikat larutan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara diagnostik, hakikat larutan dipahami sebagai campuran homogen pada skala makroskopik yang terdiri atas spesies terdispersi secara molekuler atau ionik. Simbol dan persamaan memadatkan hubungan kuantitatif, tetapi setiap tanda harus dihubungkan dengan makna fisiknya. Manipulasi aljabar tanpa interpretasi satuan, tanda, dan kondisi mudah menghasilkan jawaban benar secara kebetulan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa larutan dianggap zat baru tunggal atau selalu bening dan berair. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti larutan garam, gula, dan paduan dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi komposisi dan konsentrasi. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi materi, campuran, dan partikel. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

16.1.6 Koordinasi Antarrepresentasi

Secara epistemologis, hakikat larutan dipahami sebagai campuran homogen pada skala makroskopik yang terdiri atas spesies terdispersi secara molekuler atau ionik. Pemahaman matang tampak ketika peserta didik dapat berpindah konsisten antara fenomena, partikel, simbol, grafik, dan bahasa verbal. Ketidakselarasan antarrepresentasi merupakan indikator penting adanya pengetahuan yang terfragmentasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa larutan dianggap zat baru tunggal atau selalu bening dan berair. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti larutan garam, gula, dan paduan dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi komposisi dan konsentrasi. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi materi, campuran, dan partikel. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk hakikat larutan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

16.1.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi materi, campuran, dan partikel. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan

beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk hakikat larutan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam konteks laboratorium, hakikat larutan dipahami sebagai campuran homogen pada skala makroskopik yang terdiri atas spesies terdispersi secara molekuler atau ionik. Contoh positif perlu dipasangkan dengan noncontoh dan kasus batas supaya kategori tidak dibangun dari satu ciri dangkal. Kasus batas menuntut peserta didik menjelaskan alasan, kondisi, dan tingkat idealisasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa larutan dianggap zat baru tunggal atau selalu bening dan berair. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti larutan garam, gula, dan paduan dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi komposisi dan konsentrasi. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

16.1.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul

Remediasi untuk hakikat larutan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Ketika peserta didik memecahkan soal, hakikat larutan dipahami sebagai campuran homogen pada skala makroskopik yang terdiri atas spesies terdispersi secara molekuler atau ionik. Miskonsepsi ini biasanya masuk akal dari sudut pengalaman awal sehingga tidak efektif hanya diberi label salah. Guru perlu menemukan aturan intuitif yang digunakan dan menunjukkan di mana aturan itu gagal. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa larutan dianggap zat baru tunggal atau selalu bening dan berair. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti larutan garam, gula, dan paduan dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi komposisi dan konsentrasi. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi materi, campuran, dan partikel. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

16.1.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa larutan dianggap zat baru tunggal atau selalu bening dan berair. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti larutan garam, gula, dan paduan dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi komposisi dan konsentrasi. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi materi, campuran, dan partikel. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk hakikat larutan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Untuk mencegah hafalan tanpa makna, hakikat larutan dipahami sebagai campuran homogen pada skala makroskopik yang terdiri atas spesies terdispersi secara molekuler atau ionik. Satu jawaban salah dapat muncul dari beberapa pola penalaran alternatif yang berbeda. Variasi respons perlu dipetakan berdasarkan alasan, representasi, dan tingkat keyakinan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

16.1.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan

tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk hakikat larutan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam pembelajaran kimia SMA, hakikat larutan dipahami sebagai campuran homogen pada skala makroskopik yang terdiri atas spesies terdispersi secara molekuler atau ionik. Bahasa sehari-hari sering menggunakan kata yang sama dengan makna berbeda dari terminologi ilmiah. Peralihan register bahasa harus diajarkan eksplisit agar istilah familiar tidak membawa asumsi yang keliru. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa larutan dianggap zat baru tunggal atau selalu bening dan berair. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti larutan garam, gula, dan paduan dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi komposisi dan konsentrasi. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi materi, campuran, dan partikel. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

16.1.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dari sudut pandang pedagogical content knowledge, hakikat larutan dipahami sebagai campuran homogen pada skala makroskopik yang terdiri atas spesies terdispersi secara molekuler atau ionik. Gambar dan analogi dapat membantu sekaligus menyesatkan bila fitur pemetaan dan batasnya tidak dijelaskan. Peserta didik perlu diminta menyebutkan bagian analogi yang sesuai dan yang tidak sesuai. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa larutan dianggap zat baru tunggal atau selalu bening dan berair. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti larutan garam, gula, dan paduan dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi komposisi dan konsentrasi. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi materi, campuran, dan partikel. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk hakikat larutan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model

alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

16.1.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran

Konteks seperti larutan garam, gula, dan paduan dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi komposisi dan konsentrasi. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi materi, campuran, dan partikel. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk hakikat larutan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat makroskopik, hakikat larutan dipahami sebagai campuran homogen pada skala makroskopik yang terdiri atas spesies terdispersi secara molekuler atau ionik. Urutan buku teks, penyederhanaan guru, dan latihan algoritmik dapat memperkuat miskonsepsi secara tidak sengaja. Audit representasi dan bahasa pengajaran diperlukan sebelum menyalahkan peserta

didik. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa larutan dianggap zat baru tunggal atau selalu bening dan berair. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

16.1.13 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk hakikat larutan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat submikroskopik, hakikat larutan dipahami sebagai campuran homogen pada skala makroskopik yang terdiri atas spesies terdispersi secara molekuler atau ionik. Pertanyaan terbuka harus memancing prediksi, alasan, bukti, dan penjelasan mekanistik. Respons tertulis sebaiknya ditindaklanjuti dengan pertanyaan klarifikasi singkat. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa larutan dianggap zat baru tunggal atau selalu bening dan berair. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti larutan garam, gula, dan paduan dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi komposisi dan konsentrasi. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi materi, campuran, dan partikel. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

16.1.14 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan

Dalam representasi simbolik, hakikat larutan dipahami sebagai campuran homogen pada skala makroskopik yang terdiri atas spesies terdispersi secara molekuler atau ionik. Tes bertingkat memisahkan pilihan jawaban, alasan, dan keyakinan sehingga tebakan dapat dibedakan dari pemahaman. Distraktor harus berasal dari pola konsepsi yang benar-benar ditemukan dalam wawancara atau literatur. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa larutan dianggap zat baru tunggal atau selalu bening dan berair. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti larutan garam, gula, dan paduan dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi komposisi dan konsentrasi. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi materi, campuran, dan partikel. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk hakikat larutan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

16.1.15 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi materi, campuran, dan partikel. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk hakikat larutan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai

bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara diagnostik, hakikat larutan dipahami sebagai campuran homogen pada skala makroskopik yang terdiri atas spesies terdispersi secara molekuler atau ionik. Tugas menggambar dan Predict-Observe-Explain mengungkap hubungan antara model mental dan fenomena. Perbedaan prediksi dan observasi tidak otomatis mengubah konsep tanpa fase penjelasan dan rekonsiliasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa larutan dianggap zat baru tunggal atau selalu bening dan berair. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti larutan garam, gula, dan paduan dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi komposisi dan konsentrasi. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

16.1.16 Analisis Respons dan Peta Bukti

Remediasi untuk hakikat larutan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara epistemologis, hakikat larutan dipahami sebagai campuran homogen pada skala makroskopik yang terdiri atas spesies terdispersi secara molekuler atau ionik. Analisis respons perlu menggunakan peta bukti, bukan keputusan berdasarkan satu butir. Konsistensi lintas konteks, representasi, dan waktu menentukan kuat-lemahnya klaim diagnostik. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa larutan dianggap zat baru tunggal atau selalu bening dan berair. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti larutan garam, gula, dan paduan dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi komposisi dan konsentrasi. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi materi, campuran, dan partikel. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

16.1.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa larutan dianggap zat baru tunggal atau selalu bening dan berair. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti larutan garam, gula, dan paduan dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi komposisi dan konsentrasi. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi materi, campuran, dan partikel. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan

tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk hakikat larutan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam konteks laboratorium, hakikat larutan dipahami sebagai campuran homogen pada skala makroskopik yang terdiri atas spesies terdispersi secara molekuler atau ionik. Konflik kognitif efektif bila anomali dipahami, relevan, dan diikuti model alternatif yang lebih produktif. Kejutan tanpa dukungan dapat membuat peserta didik mengabaikan data atau menghafal pengecualian. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

16.1.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk hakikat larutan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya

jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Ketika peserta didik memecahkan soal, hakikat larutan dipahami sebagai campuran homogen pada skala makroskopik yang terdiri atas spesies terdispersi secara molekuler atau ionik. Representasi majemuk harus dikoordinasikan, bukan sekadar ditampilkan berdampingan. Prompt penghubung perlu menanyakan apa yang tetap, berubah, dan diwakili pada setiap bentuk. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa larutan dianggap zat baru tunggal atau selalu bening dan berair. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti larutan garam, gula, dan paduan dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi komposisi dan konsentrasi. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi materi, campuran, dan partikel. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

16.1.19 Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Untuk mencegah hafalan tanpa makna, hakikat larutan dipahami sebagai campuran homogen pada skala makroskopik yang terdiri atas spesies terdispersi secara molekuler atau ionik. Praktikum, simulasi, dan argumentasi memberi ruang untuk menguji klaim dengan data. Kegiatan harus dirancang agar variabel, prediksi, ketidakpastian, dan batas model dibahas secara eksplisit. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa larutan dianggap zat baru tunggal atau selalu bening dan berair. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti larutan garam, gula, dan paduan dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi komposisi dan konsentrasi. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi materi, campuran, dan partikel. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk hakikat larutan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

16.1.20 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut

Konteks seperti larutan garam, gula, dan paduan dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi komposisi dan konsentrasi. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi materi, campuran, dan partikel. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat

untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk hakikat larutan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam pembelajaran kimia SMA, hakikat larutan dipahami sebagai campuran homogen pada skala makroskopik yang terdiri atas spesies terdispersi secara molekuler atau ionik. Perubahan konseptual dinilai melalui transfer ke masalah baru dan retensi setelah jeda waktu. Tindak lanjut harus membedakan penguasaan prosedur dari kemampuan menjelaskan dan mengevaluasi bukti. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa larutan dianggap zat baru tunggal atau selalu bening dan berair. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Ringkasan Diagnostik 16.1

- Konsep sasaran: campuran homogen pada skala makroskopik yang terdiri atas spesies terdispersi secara molekuler atau ionik.
- Miskonsepsi prioritas: larutan dianggap zat baru tunggal atau selalu bening dan berair.

- Representasi minimum: fenomena larutan garam, gula, dan paduan, model partikel, dan simbol komposisi dan konsentrasi.
- Bukti minimum: satu pertanyaan terbuka, satu butir bertingkat, satu tugas representasi, dan satu konteks transfer.
- Keputusan pedagogis: remediasi didasarkan pada pola alasan dan keyakinan, bukan pada skor tunggal.

16.2 Pelarut dan Zat Terlarut

Subbab ini memusatkan perhatian pada pelarut dan zat terlarut sebagai bagian dari jejaring konsep bab. Tujuannya adalah membangun definisi yang presisi, mengidentifikasi batas penerapan, mengungkap pola miskonsepsi, dan menyediakan perangkat diagnosis serta remediasi yang dapat diterapkan di kelas XI.

16.2.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep

Konteks seperti etanol-air dan larutan gas dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi fraksi mol dan molaritas. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi campuran dan komposisi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pelarut dan zat terlarut perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat makroskopik, pelarut dan zat terlarut dipahami sebagai peran komponen ditentukan oleh konteks komposisi, fase, dan proses, bukan selalu berdasarkan wujud awal. Penjelasan harus dimulai dari definisi yang dapat dioperasionalkan dalam pengamatan, perhitungan, dan komunikasi ilmiah. Batas konsep perlu dinyatakan agar istilah yang berdekatan tidak saling dipertukarkan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa pelarut dianggap selalu air dan zat terlarut selalu padatan. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

16.2.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pelarut dan zat terlarut perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat submikroskopik, pelarut dan zat terlarut dipahami sebagai peran komponen ditentukan oleh konteks komposisi, fase, dan proses, bukan selalu berdasarkan wujud awal. Konsep ini berada dalam jejaring pengetahuan, bukan unit hafalan yang berdiri sendiri. Prasyarat yang rapuh akan membuat peserta didik menggunakan aturan permukaan sebagai pengganti penalaran. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa pelarut dianggap selalu air dan zat terlarut selalu padatan. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah.

Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti etanol-air dan larutan gas dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi fraksi mol dan molaritas. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi campuran dan komposisi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

16.2.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan

Dalam representasi simbolik, pelarut dan zat terlarut dipahami sebagai peran komponen ditentukan oleh konteks komposisi, fase, dan proses, bukan selalu berdasarkan wujud awal. Fenomena makroskopik berfungsi sebagai sumber bukti, tetapi tidak dengan sendirinya menjelaskan mekanisme. Pengamatan harus dipisahkan dari inferensi agar peserta didik tidak menganggap kesan inderawi sebagai definisi ilmiah. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa pelarut dianggap selalu air dan zat terlarut selalu padatan. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti etanol-air dan larutan gas dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi fraksi mol dan molaritas. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi campuran dan komposisi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan

pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pelarut dan zat terlarut perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

16.2.4 Model Submikroskopik

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi campuran dan komposisi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pelarut dan zat terlarut perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara diagnostik, pelarut dan zat terlarut dipahami sebagai peran komponen ditentukan oleh konteks komposisi, fase, dan proses, bukan selalu berdasarkan wujud awal. Model submikroskopik menjelaskan perilaku partikel, interaksi, distribusi, dan perubahan yang tidak tampak langsung. Model harus disebut sebagai representasi dengan asumsi dan keterbatasan, bukan foto literal realitas. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa pelarut dianggap selalu air dan zat terlarut selalu padatan. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti etanol-air dan larutan gas dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi fraksi mol dan molaritas. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

16.2.5 Bahasa Simbolik dan Matematis

Remediasi untuk pelarut dan zat terlarut perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara epistemologis, pelarut dan zat terlarut dipahami sebagai peran komponen ditentukan oleh konteks komposisi, fase, dan proses, bukan selalu berdasarkan wujud awal. Simbol dan persamaan memadatkan hubungan kuantitatif, tetapi setiap tanda harus dihubungkan dengan makna fisisnya. Manipulasi aljabar tanpa interpretasi satuan, tanda, dan kondisi mudah

menghasilkan jawaban benar secara kebetulan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa pelarut dianggap selalu air dan zat terlarut selalu padatan. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti etanol-air dan larutan gas dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi fraksi mol dan molaritas. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi campuran dan komposisi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

16.2.6 Koordinasi Antarrepresentasi

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa pelarut dianggap selalu air dan zat terlarut selalu padatan. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti etanol-air dan larutan gas dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi fraksi mol dan molaritas. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu

menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi campuran dan komposisi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pelarut dan zat terlarut perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam konteks laboratorium, pelarut dan zat terlarut dipahami sebagai peran komponen ditentukan oleh konteks komposisi, fase, dan proses, bukan selalu berdasarkan wujud awal. Pemahaman matang tampak ketika peserta didik dapat berpindah konsisten antara fenomena, partikel, simbol, grafik, dan bahasa verbal. Ketidakselarasan antarrepresentasi merupakan indikator penting adanya pengetahuan yang terfragmentasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

16.2.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh

Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pelarut dan zat terlarut perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Ketika peserta didik memecahkan soal, pelarut dan zat terlarut dipahami sebagai peran komponen ditentukan oleh konteks komposisi, fase, dan proses, bukan selalu berdasarkan wujud awal. Contoh positif perlu dipasangkan dengan noncontoh dan kasus batas supaya kategori tidak dibangun dari satu ciri dangkal. Kasus batas menuntut peserta didik menjelaskan alasan, kondisi, dan tingkat idealisasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa pelarut dianggap selalu air dan zat terlarut selalu padatan. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti etanol-air dan larutan gas dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi fraksi mol dan molaritas. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi campuran dan komposisi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

16.2.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Untuk mencegah hafalan tanpa makna, pelarut dan zat terlarut dipahami sebagai peran komponen ditentukan oleh konteks komposisi, fase, dan proses, bukan selalu berdasarkan wujud awal. Miskonsepsi inti biasanya masuk akal dari sudut pengalaman awal sehingga tidak efektif hanya diberi label salah. Guru perlu menemukan aturan intuitif yang digunakan dan menunjukkan di mana aturan itu gagal. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa pelarut dianggap selalu air dan zat terlarut selalu padatan. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti etanol-air dan larutan gas dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi fraksi mol dan molaritas. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi campuran dan komposisi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pelarut dan zat terlarut perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan

membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

16.2.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif

Konteks seperti etanol-air dan larutan gas dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi fraksi mol dan molaritas. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi campuran dan komposisi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pelarut dan zat terlarut perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam pembelajaran kimia SMA, pelarut dan zat terlarut dipahami sebagai peran komponen ditentukan oleh konteks komposisi, fase, dan proses, bukan selalu berdasarkan wujud awal. Satu jawaban salah dapat muncul dari beberapa pola penalaran alternatif yang berbeda. Variasi respons perlu dipetakan berdasarkan alasan, representasi, dan tingkat keyakinan. Pembahasan

harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa pelarut dianggap selalu air dan zat terlarut selalu padatan. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

16.2.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pelarut dan zat terlarut perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dari sudut pandang pedagogical content knowledge, pelarut dan zat terlarut dipahami sebagai peran komponen ditentukan oleh konteks komposisi, fase, dan proses, bukan selalu berdasarkan wujud awal. Bahasa sehari-hari sering menggunakan kata yang sama dengan makna berbeda dari terminologi ilmiah. Peralihan register bahasa harus diajarkan eksplisit agar istilah familiar tidak membawa asumsi yang keliru. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa pelarut dianggap selalu air dan zat terlarut selalu padatan. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti etanol-air dan larutan gas dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi fraksi mol dan molaritas. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi campuran dan komposisi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

16.2.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi

Pada tingkat makroskopik, pelarut dan zat terlarut dipahami sebagai peran komponen ditentukan oleh konteks komposisi, fase, dan proses, bukan selalu berdasarkan wujud awal. Gambar dan analogi dapat membantu sekaligus menyesatkan bila fitur pemetaan dan batasnya tidak dijelaskan. Peserta didik perlu diminta menyebut bagian analogi yang sesuai dan yang tidak sesuai. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa pelarut dianggap selalu air dan zat terlarut selalu padatan. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti etanol-air dan larutan gas dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi fraksi mol dan molaritas. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi campuran dan komposisi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pelarut dan zat terlarut perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

16.2.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi campuran dan komposisi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pelarut dan zat terlarut perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai

bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat submikroskopik, pelarut dan zat terlarut dipahami sebagai peran komponen ditentukan oleh konteks komposisi, fase, dan proses, bukan selalu berdasarkan wujud awal. Urutan buku teks, penyederhanaan guru, dan latihan algoritmik dapat memperkuat miskonsepsi secara tidak sengaja. Audit representasi dan bahasa pengajaran diperlukan sebelum menyalahkan peserta didik. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa pelarut dianggap selalu air dan zat terlarut selalu padatan. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti etanol-air dan larutan gas dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi fraksi mol dan molaritas. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

16.2.13 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka

Remediasi untuk pelarut dan zat terlarut perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam representasi simbolik, pelarut dan zat terlarut dipahami sebagai peran komponen ditentukan oleh konteks komposisi, fase, dan proses, bukan selalu berdasarkan wujud awal. Pertanyaan terbuka harus memancing prediksi, alasan, bukti, dan penjelasan mekanistik. Respons tertulis sebaiknya ditindaklanjuti dengan pertanyaan klarifikasi singkat. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa pelarut dianggap selalu air dan zat terlarut selalu padatan. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti etanol-air dan larutan gas dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi fraksi mol dan molaritas. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi campuran dan komposisi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

16.2.14 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa pelarut dianggap selalu air dan zat terlarut selalu padatan. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti etanol-air dan larutan gas dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi fraksi mol dan molaritas. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi campuran dan komposisi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan

tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pelarut dan zat terlarut perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara diagnostik, pelarut dan zat terlarut dipahami sebagai peran komponen ditentukan oleh konteks komposisi, fase, dan proses, bukan selalu berdasarkan wujud awal. Tes bertingkat memisahkan pilihan jawaban, alasan, dan keyakinan sehingga tebakan dapat dibedakan dari pemahaman. Distraktor harus berasal dari pola konsepsi yang benar-benar ditemukan dalam wawancara atau literatur. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

16.2.15 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pelarut dan zat terlarut perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus

menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara epistemologis, pelarut dan zat terlarut dipahami sebagai peran komponen ditentukan oleh konteks komposisi, fase, dan proses, bukan selalu berdasarkan wujud awal. Tugas menggambar dan Predict-Observe-Explain mengungkap hubungan antara model mental dan fenomena. Perbedaan prediksi dan observasi tidak otomatis mengubah konsep tanpa fase penjelasan dan rekonsiliasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa pelarut dianggap selalu air dan zat terlarut selalu padatan. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti etanol-air dan larutan gas dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi fraksi mol dan molaritas. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi campuran dan komposisi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

16.2.16 Analisis Respons dan Peta Bukti

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam konteks laboratorium, pelarut dan zat terlarut dipahami sebagai peran komponen ditentukan oleh konteks komposisi, fase, dan proses, bukan selalu berdasarkan wujud awal. Analisis respons perlu menggunakan peta bukti, bukan keputusan berdasarkan satu butir. Konsistensi lintas konteks, representasi, dan waktu menentukan kuat-lemahnya klaim diagnostik. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa pelarut dianggap selalu air dan zat terlarut selalu padatan. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti etanol-air dan larutan gas dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi fraksi mol dan molaritas. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi campuran dan komposisi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pelarut dan zat terlarut perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

16.2.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah

Konteks seperti etanol-air dan larutan gas dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi fraksi mol dan molaritas. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi campuran dan komposisi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk

memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pelarut dan zat terlarut perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Ketika peserta didik memecahkan soal, pelarut dan zat terlarut dipahami sebagai peran komponen ditentukan oleh konteks komposisi, fase, dan proses, bukan selalu berdasarkan wujud awal. Konflik kognitif efektif bila anomali dipahami, relevan, dan diikuti model alternatif yang lebih produktif. Kejutan tanpa dukungan dapat membuat peserta didik mengabaikan data atau menghafal pengecualian. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa pelarut dianggap selalu air dan zat terlarut selalu padatan. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

16.2.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya,

jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pelarut dan zat terlarut perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Untuk mencegah hafalan tanpa makna, pelarut dan zat terlarut dipahami sebagai peran komponen ditentukan oleh konteks komposisi, fase, dan proses, bukan selalu berdasarkan wujud awal. Representasi majemuk harus dikoordinasikan, bukan sekadar ditampilkan berdampingan. Prompt penghubung perlu menanyakan apa yang tetap, berubah, dan diwakili pada setiap bentuk. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa pelarut dianggap selalu air dan zat terlarut selalu padatan. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti etanol-air dan larutan gas dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi fraksi mol dan molaritas. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi campuran dan komposisi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

16.2.19 *Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif*

Dalam pembelajaran kimia SMA, pelarut dan zat terlarut dipahami sebagai peran komponen ditentukan oleh konteks komposisi, fase, dan proses, bukan selalu berdasarkan wujud awal. Praktikum, simulasi, dan argumentasi memberi ruang untuk menguji klaim dengan data. Kegiatan harus dirancang agar variabel, prediksi, ketidakpastian, dan batas model dibahas secara eksplisit. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa pelarut dianggap selalu air dan zat terlarut selalu padatan. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti etanol-air dan larutan gas dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi fraksi mol dan molaritas. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi campuran dan komposisi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pelarut dan zat terlarut perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

16.2.20 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi campuran dan komposisi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk pelarut dan zat terlarut perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dari sudut pandang pedagogical content knowledge, pelarut dan zat terlarut dipahami sebagai peran komponen ditentukan oleh konteks komposisi, fase, dan proses, bukan selalu berdasarkan wujud awal. Perubahan konseptual dinilai melalui transfer ke masalah baru dan retensi setelah jeda waktu. Tindak lanjut harus membedakan penguasaan prosedur dari kemampuan menjelaskan dan mengevaluasi bukti. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa pelarut dianggap selalu air dan zat terlarut selalu padatan. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat

terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti etanol-air dan larutan gas dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi fraksi mol dan molaritas. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Ringkasan Diagnostik 16.2

- Konsep sasaran: peran komponen ditentukan oleh konteks komposisi, fase, dan proses, bukan selalu berdasarkan wujud awal.
- Miskonsepsi prioritas: pelarut dianggap selalu air dan zat terlarut selalu padatan.
- Representasi minimum: fenomena etanol-air dan larutan gas, model partikel, dan simbol fraksi mol dan molaritas.
- Bukti minimum: satu pertanyaan terbuka, satu butir bertingkat, satu tugas representasi, dan satu konteks transfer.
- Keputusan pedagogis: remediasi didasarkan pada pola alasan dan keyakinan, bukan pada skor tunggal.

16.3 Proses Pelarutan

Subbab ini memusatkan perhatian pada proses pelarutan sebagai bagian dari jejaring konsep bab. Tujuannya adalah membangun definisi yang presisi, mengidentifikasi batas penerapan, mengungkap pola miskonsepsi, dan menyediakan perangkat diagnosis serta remediasi yang dapat diterapkan di kelas XI.

16.3.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi gaya antarmolekul dan energi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya,

jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk proses pelarutan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat submikroskopik, proses pelarutan dipahami sebagai pemisahan dan solvasi partikel melalui kompetisi interaksi zat-terlarut, pelarut-pelarut, dan zat-pelarut. Penjelasan harus dimulai dari definisi yang dapat dioperasionalkan dalam pengamatan, perhitungan, dan komunikasi ilmiah. Batas konsep perlu dinyatakan agar istilah yang berdekatan tidak saling dipertukarkan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa zat terlarut dianggap menghilang, meleleh, atau bereaksi secara otomatis. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti pelarutan NaCl dan gula dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\Delta H_{\text{pelarutan}}$ dan hidrasi. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

16.3.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat

Remediasi untuk proses pelarutan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam representasi simbolik, proses pelarutan dipahami sebagai pemisahan dan solvasi partikel melalui kompetisi interaksi zat-terlarut, pelarut-pelarut, dan zat-pelarut. Konsep ini berada

dalam jejaring pengetahuan, bukan unit hafalan yang berdiri sendiri. Prasyarat yang rapuh akan membuat peserta didik menggunakan aturan permukaan sebagai pengganti penalaran. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa zat terlarut dianggap menghilang, meleleh, atau bereaksi secara otomatis. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti pelarutan NaCl dan gula dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\Delta H_{\text{pelarutan}}$ dan hidrasi. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi gaya antarmolekul dan energi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

16.3.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa zat terlarut dianggap menghilang, meleleh, atau bereaksi secara otomatis. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti pelarutan NaCl dan gula dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\Delta H_{\text{pelarutan}}$ dan hidrasi. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu

menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi gaya antarmolekul dan energi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk proses pelarutan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara diagnostik, proses pelarutan dipahami sebagai pemisahan dan solvasi partikel melalui kompetisi interaksi zat-terlarut, pelarut-pelarut, dan zat-pelarut. Fenomena makroskopik berfungsi sebagai sumber bukti, tetapi tidak dengan sendirinya menjelaskan mekanisme. Pengamatan harus dipisahkan dari inferensi agar peserta didik tidak menganggap kesan inderawi sebagai definisi ilmiah. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

16.3.4 Model Submikroskopik

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh

Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk proses pelarutan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara epistemologis, proses pelarutan dipahami sebagai pemisahan dan solvasi partikel melalui kompetisi interaksi zat-terlarut, pelarut-pelarut, dan zat-pelarut. Model submikroskopik menjelaskan perilaku partikel, interaksi, distribusi, dan perubahan yang tidak tampak langsung. Model harus disebut sebagai representasi dengan asumsi dan keterbatasan, bukan foto literal realitas. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa zat terlarut dianggap menghilang, meleleh, atau bereaksi secara otomatis. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti pelarutan NaCl dan gula dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\Delta H_{\text{pelarutan}}$ dan hidrasi. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi gaya antarmolekul dan energi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

16.3.5 Bahasa Simbolik dan Matematis

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam konteks laboratorium, proses pelarutan dipahami sebagai pemisahan dan solvasi partikel melalui kompetisi interaksi zat-terlarut, pelarut-pelarut, dan zat-pelarut. Simbol dan persamaan memadatkan hubungan kuantitatif, tetapi setiap tanda harus dihubungkan dengan makna fisisnya. Manipulasi aljabar tanpa interpretasi satuan, tanda, dan kondisi mudah menghasilkan jawaban benar secara kebetulan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa zat terlarut dianggap menghilang, meleleh, atau bereaksi secara otomatis. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti pelarutan NaCl dan gula dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\Delta H_{\text{pelarutan}}$ dan hidrasi. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi gaya antarmolekul dan energi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk proses pelarutan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan

membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

16.3.6 Koordinasi Antarrepresentasi

Konteks seperti pelarutan NaCl dan gula dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\Delta H_{\text{pelarutan}}$ dan hidrasi. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi gaya antarmolekul dan energi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk proses pelarutan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Ketika peserta didik memecahkan soal, proses pelarutan dipahami sebagai pemisahan dan solvasi partikel melalui kompetisi interaksi zat-terlarut, pelarut-pelarut, dan zat-pelarut. Pemahaman matang tampak ketika peserta didik dapat berpindah konsisten antara fenomena, partikel, simbol, grafik, dan bahasa verbal. Ketidakselarasan antarrepresentasi merupakan indikator penting adanya pengetahuan yang terfragmentasi. Pembahasan harus terus

menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa zat terlarut dianggap menghilang, meleleh, atau bereaksi secara otomatis. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

16.3.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk proses pelarutan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Untuk mencegah hafalan tanpa makna, proses pelarutan dipahami sebagai pemisahan dan solvasi partikel melalui kompetisi interaksi zat-terlarut, pelarut-pelarut, dan zat-pelarut. Contoh positif perlu dipasangkan dengan noncontoh dan kasus batas supaya kategori tidak dibangun dari satu ciri dangkal. Kasus batas menuntut peserta didik menjelaskan alasan, kondisi, dan tingkat idealisasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa zat terlarut dianggap menghilang, meleleh, atau bereaksi secara otomatis. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti pelarutan NaCl dan gula dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\Delta H_{\text{pelarutan}}$ dan hidrasi. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi gaya antarmolekul dan energi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

16.3.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul

Dalam pembelajaran kimia SMA, proses pelarutan dipahami sebagai pemisahan dan solvasi partikel melalui kompetisi interaksi zat-terlarut, pelarut-pelarut, dan zat-pelarut. Miskonsepsi inti biasanya masuk akal dari sudut pengalaman awal sehingga tidak efektif hanya diberi label salah. Guru perlu menemukan aturan intuitif yang digunakan dan menunjukkan di mana aturan itu gagal. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa zat terlarut dianggap menghilang, meleleh, atau bereaksi secara otomatis. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti pelarutan NaCl dan gula dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\Delta H_{\text{pelarutan}}$ dan hidrasi. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi gaya antarmolekul dan energi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk proses pelarutan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

16.3.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi gaya antarmolekul dan energi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk proses pelarutan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai

bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dari sudut pandang pedagogical content knowledge, proses pelarutan dipahami sebagai pemisahan dan solvasi partikel melalui kompetisi interaksi zat-terlarut, pelarut-pelarut, dan zat-pelarut. Satu jawaban salah dapat muncul dari beberapa pola penalaran alternatif yang berbeda. Variasi respons perlu dipetakan berdasarkan alasan, representasi, dan tingkat keyakinan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa zat terlarut dianggap menghilang, meleleh, atau bereaksi secara otomatis. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti pelarutan NaCl dan gula dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\Delta H_{\text{pelarutan}}$ dan hidrasi. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

16.3.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari

Remediasi untuk proses pelarutan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat makroskopik, proses pelarutan dipahami sebagai pemisahan dan solvasi partikel melalui kompetisi interaksi zat-terlarut, pelarut-pelarut, dan zat-pelarut. Bahasa sehari-hari sering menggunakan kata yang sama dengan makna berbeda dari terminologi ilmiah. Peralihan register bahasa harus diajarkan eksplisit agar istilah familiar tidak membawa asumsi yang keliru. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa zat terlarut dianggap menghilang, meleleh, atau bereaksi secara otomatis. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti pelarutan NaCl dan gula dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\Delta H_{\text{pelarutan}}$ dan hidrasi. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi gaya antarmolekul dan energi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

16.3.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa zat terlarut dianggap menghilang, meleleh, atau bereaksi secara otomatis. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti pelarutan NaCl dan gula dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\Delta H_{\text{pelarutan}}$ dan hidrasi. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi gaya antarmolekul dan energi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan

tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk proses pelarutan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat submikroskopik, proses pelarutan dipahami sebagai pemisahan dan solvasi partikel melalui kompetisi interaksi zat-terlarut, pelarut-pelarut, dan zat-pelarut. Gambar dan analogi dapat membantu sekaligus menyesatkan bila fitur pemetaan dan batasnya tidak dijelaskan. Peserta didik perlu diminta menyebut bagian analogi yang sesuai dan yang tidak sesuai. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

16.3.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk proses pelarutan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus

menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam representasi simbolik, proses pelarutan dipahami sebagai pemisahan dan solvasi partikel melalui kompetisi interaksi zat-terlarut, pelarut-pelarut, dan zat-pelarut. Urutan buku teks, penyederhanaan guru, dan latihan algoritmik dapat memperkuat miskonsepsi secara tidak sengaja. Audit representasi dan bahasa pengajaran diperlukan sebelum menyalahkan peserta didik. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa zat terlarut dianggap menghilang, meleleh, atau bereaksi secara otomatis. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti pelarutan NaCl dan gula dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\Delta H_{\text{pelarutan}}$ dan hidrasi. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi gaya antarmolekul dan energi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

16.3.13 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara diagnostik, proses pelarutan dipahami sebagai pemisahan dan solvasi partikel melalui kompetisi interaksi zat-terlarut, pelarut-pelarut, dan zat-pelarut. Pertanyaan terbuka harus memancing prediksi, alasan, bukti, dan penjelasan mekanistik. Respons tertulis sebaiknya ditindaklanjuti dengan pertanyaan klarifikasi singkat. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa zat terlarut dianggap menghilang, meleleh, atau bereaksi secara otomatis. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti pelarutan NaCl dan gula dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\Delta H_{\text{pelarutan}}$ dan hidrasi. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi gaya antarmolekul dan energi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk proses pelarutan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

16.3.14 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan

Konteks seperti pelarutan NaCl dan gula dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\Delta H_{\text{pelarutan}}$ dan hidrasi. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi gaya antarmolekul dan energi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat

untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk proses pelarutan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara epistemologis, proses pelarutan dipahami sebagai pemisahan dan solvasi partikel melalui kompetisi interaksi zat-terlarut, pelarut-pelarut, dan zat-pelarut. Tes bertingkat memisahkan pilihan jawaban, alasan, dan keyakinan sehingga tebakan dapat dibedakan dari pemahaman. Distraktor harus berasal dari pola konsepsi yang benar-benar ditemukan dalam wawancara atau literatur. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa zat terlarut dianggap menghilang, meleleh, atau bereaksi secara otomatis. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

16.3.15 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya,

jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk proses pelarutan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam konteks laboratorium, proses pelarutan dipahami sebagai pemisahan dan solvasi partikel melalui kompetisi interaksi zat-terlarut, pelarut-pelarut, dan zat-pelarut. Tugas menggambar dan Predict-Observe-Explain mengungkap hubungan antara model mental dan fenomena. Perbedaan prediksi dan observasi tidak otomatis mengubah konsep tanpa fase penjelasan dan rekonsiliasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa zat terlarut dianggap menghilang, meleleh, atau bereaksi secara otomatis. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti pelarutan NaCl dan gula dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\Delta H_{\text{pelarutan}}$ dan hidrasi. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi gaya antarmolekul dan energi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

16.3.16 Analisis Respons dan Peta Bukti

Ketika peserta didik memecahkan soal, proses pelarutan dipahami sebagai pemisahan dan solvasi partikel melalui kompetisi interaksi zat-terlarut, pelarut-pelarut, dan zat-pelarut. Analisis respons perlu menggunakan peta bukti, bukan keputusan berdasarkan satu butir. Konsistensi lintas konteks, representasi, dan waktu menentukan kuat-lemahnya klaim diagnostik. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa zat terlarut dianggap menghilang, meleleh, atau bereaksi secara otomatis. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti pelarutan NaCl dan gula dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\Delta H_{\text{pelarutan}}$ dan hidrasi. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi gaya antarmolekul dan energi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk proses pelarutan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

16.3.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi gaya antarmolekul dan energi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk proses pelarutan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Untuk mencegah hafalan tanpa makna, proses pelarutan dipahami sebagai pemisahan dan solvasi partikel melalui kompetisi interaksi zat-terlarut, pelarut-pelarut, dan zat-pelarut. Konflik kognitif efektif bila anomali dipahami, relevan, dan diikuti model alternatif yang lebih produktif. Kejutan tanpa dukungan dapat membuat peserta didik mengabaikan data atau menghafal pengecualian. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa zat terlarut dianggap menghilang, meleleh, atau bereaksi secara otomatis. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau

bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti pelarutan NaCl dan gula dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\Delta H_{\text{pelarutan}}$ dan hidrasi. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

16.3.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk

Remediasi untuk proses pelarutan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam pembelajaran kimia SMA, proses pelarutan dipahami sebagai pemisahan dan solvasi partikel melalui kompetisi interaksi zat-terlarut, pelarut-pelarut, dan zat-pelarut. Representasi majemuk harus dikoordinasikan, bukan sekadar ditampilkan berdampingan. Prompt penghubung perlu menanyakan apa yang tetap, berubah, dan diwakili pada setiap bentuk. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa zat terlarut dianggap menghilang, meleleh, atau bereaksi secara otomatis. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti pelarutan NaCl dan gula dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\Delta H_{\text{pelarutan}}$ dan hidrasi. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi gaya antarmolekul dan energi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

16.3.19 Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa zat terlarut dianggap menghilang, meleleh, atau bereaksi secara otomatis. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti pelarutan NaCl dan gula dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\Delta H_{\text{pelarutan}}$ dan hidrasi. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi gaya antarmolekul dan energi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk proses pelarutan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dari sudut pandang pedagogical content knowledge, proses pelarutan dipahami sebagai pemisahan dan solvasi partikel melalui kompetisi interaksi zat-terlarut, pelarut-pelarut, dan zat-pelarut. Praktikum, simulasi, dan argumentasi memberi ruang untuk menguji klaim dengan data. Kegiatan harus dirancang agar variabel, prediksi, ketidakpastian, dan batas model dibahas secara eksplisit. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

16.3.20 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk proses pelarutan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat makroskopik, proses pelarutan dipahami sebagai pemisahan dan solvasi partikel melalui kompetisi interaksi zat-terlarut, pelarut-pelarut, dan zat-pelarut. Perubahan konseptual dinilai melalui transfer ke masalah baru dan retensi setelah jeda waktu. Tindak lanjut harus

membedakan penguasaan prosedur dari kemampuan menjelaskan dan mengevaluasi bukti. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa zat terlarut dianggap menghilang, meleleh, atau bereaksi secara otomatis. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti pelarutan NaCl dan gula dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\Delta H_{\text{pelarutan}}$ dan hidrasi. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi gaya antarmolekul dan energi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Ringkasan Diagnostik 16.3

- Konsep sasaran: pemisahan dan solvasi partikel melalui kompetisi interaksi zat-terlarut, pelarut-pelarut, dan zat-pelarut.
- Miskonsepsi prioritas: zat terlarut dianggap menghilang, meleleh, atau bereaksi secara otomatis.
- Representasi minimum: fenomena pelarutan NaCl dan gula, model partikel, dan simbol $\Delta H_{\text{pelarutan}}$ dan hidrasi.
- Bukti minimum: satu pertanyaan terbuka, satu butir bertingkat, satu tugas representasi, dan satu konteks transfer.
- Keputusan pedagogis: remediasi didasarkan pada pola alasan dan keyakinan, bukan pada skor tunggal.

16.4 Elektrolit dan Nonelektrolit

Subbab ini memusatkan perhatian pada elektrolit dan nonelektrolit sebagai bagian dari jejaring konsep bab. Tujuannya adalah membangun definisi yang presisi, mengidentifikasi batas penerapan, mengungkap pola miskonsepsi, dan menyediakan perangkat diagnosis serta remediasi yang dapat diterapkan di kelas XI.

16.4.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini

konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk elektrolit dan nonelektrolit perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam representasi simbolik, elektrolit dan nonelektrolit dipahami sebagai klasifikasi berdasarkan pembentukan ion bergerak dalam medium sehingga larutan menghantarkan listrik. Penjelasan harus dimulai dari definisi yang dapat dioperasikan dalam pengamatan, perhitungan, dan komunikasi ilmiah. Batas konsep perlu dinyatakan agar istilah yang berdekatan tidak saling dipertukarkan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa elektrolit dianggap zat yang mengandung elektron bebas atau semua senyawa ionik selalu larut. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti uji daya hantar dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi konduktivitas κ . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi ion, larutan, dan arus. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

16.4.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara diagnostik, elektrolit dan nonelektrolit dipahami sebagai klasifikasi berdasarkan pembentukan ion bergerak dalam medium sehingga larutan menghantarkan listrik. Konsep ini berada dalam jejaring pengetahuan, bukan unit hafalan yang berdiri sendiri. Prasyarat yang rapuh akan membuat peserta didik menggunakan aturan permukaan sebagai pengganti penalaran. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa elektrolit dianggap zat yang mengandung elektron bebas atau semua senyawa ionik selalu larut. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti uji daya hantar dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi konduktivitas κ . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi ion, larutan, dan arus. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk elektrolit dan nonelektrolit perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan

membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

16.4.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan

Konteks seperti uji daya hantar dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi konduktivitas κ . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi ion, larutan, dan arus. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk elektrolit dan nonelektrolit perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara epistemologis, elektrolit dan nonelektrolit dipahami sebagai klasifikasi berdasarkan pembentukan ion bergerak dalam medium sehingga larutan menghantarkan listrik. Fenomena makroskopik berfungsi sebagai sumber bukti, tetapi tidak dengan sendirinya menjelaskan mekanisme. Pengamatan harus dipisahkan dari inferensi agar peserta didik tidak menganggap kesan inderawi sebagai definisi ilmiah. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa elektrolit dianggap zat yang mengandung elektron bebas atau semua senyawa ionik selalu larut. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

16.4.4 Model Submikroskopik

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk elektrolit dan nonelektrolit perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam konteks laboratorium, elektrolit dan nonelektrolit dipahami sebagai klasifikasi berdasarkan pembentukan ion bergerak dalam medium sehingga larutan menghantarkan listrik. Model submikroskopik menjelaskan perilaku partikel, interaksi, distribusi, dan perubahan yang tidak tampak langsung. Model harus disebut sebagai representasi dengan asumsi dan keterbatasan, bukan foto literal realitas. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa elektrolit dianggap zat yang mengandung elektron bebas atau semua senyawa ionik selalu larut. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti uji daya hantar dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi konduktivitas κ . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi ion, larutan, dan arus. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk

memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

16.4.5 Bahasa Simbolik dan Matematis

Ketika peserta didik memecahkan soal, elektrolit dan nonelektrolit dipahami sebagai klasifikasi berdasarkan pembentukan ion bergerak dalam medium sehingga larutan menghantarkan listrik. Simbol dan persamaan memadatkan hubungan kuantitatif, tetapi setiap tanda harus dihubungkan dengan makna fisisnya. Manipulasi aljabar tanpa interpretasi satuan, tanda, dan kondisi mudah menghasilkan jawaban benar secara kebetulan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa elektrolit dianggap zat yang mengandung elektron bebas atau semua senyawa ionik selalu larut. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti uji daya hantar dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi konduktivitas κ . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi ion, larutan, dan arus. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk elektrolit dan nonelektrolit perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

16.4.6 Koordinasi Antarrepresentasi

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi ion, larutan, dan arus. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk elektrolit dan nonelektrolit perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai

bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Untuk mencegah hafalan tanpa makna, elektrolit dan nonelektrolit dipahami sebagai klasifikasi berdasarkan pembentukan ion bergerak dalam medium sehingga larutan menghantarkan listrik. Pemahaman matang tampak ketika peserta didik dapat berpindah konsisten antara fenomena, partikel, simbol, grafik, dan bahasa verbal. Ketidakselarasan antarrepresentasi merupakan indikator penting adanya pengetahuan yang terfragmentasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa elektrolit dianggap zat yang mengandung elektron bebas atau semua senyawa ionik selalu larut. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti uji daya hantar dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi konduktivitas κ . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

16.4.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas

Remediasi untuk elektrolit dan nonelektrolit perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam pembelajaran kimia SMA, elektrolit dan nonelektrolit dipahami sebagai klasifikasi berdasarkan pembentukan ion bergerak dalam medium sehingga larutan menghantarkan listrik. Contoh positif perlu dipasangkan dengan noncontoh dan kasus batas supaya kategori tidak dibangun dari satu ciri dangkal. Kasus batas menuntut peserta didik menjelaskan alasan, kondisi, dan tingkat idealisasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa elektrolit dianggap zat yang mengandung elektron bebas atau semua senyawa ionik selalu larut. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang

diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti uji daya hantar dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi konduktivitas κ . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi ion, larutan, dan arus. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

16.4.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa elektrolit dianggap zat yang mengandung elektron bebas atau semua senyawa ionik selalu larut. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti uji daya hantar dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi konduktivitas κ . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi ion, larutan, dan arus. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk elektrolit dan nonelektrolit perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dari sudut pandang pedagogical content knowledge, elektrolit dan nonelektrolit dipahami sebagai klasifikasi berdasarkan pembentukan ion bergerak dalam medium sehingga larutan menghantarkan listrik. Miskonsepsi inti biasanya masuk akal dari sudut pengalaman awal sehingga tidak efektif hanya diberi label salah. Guru perlu menemukan aturan intuitif yang digunakan dan menunjukkan di mana aturan itu gagal. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

16.4.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk elektrolit dan nonelektrolit perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat makroskopik, elektrolit dan nonelektrolit dipahami sebagai klasifikasi berdasarkan pembentukan ion bergerak dalam medium sehingga larutan menghantarkan listrik. Satu jawaban salah dapat muncul dari beberapa pola penalaran alternatif yang berbeda. Variasi respons perlu dipetakan berdasarkan alasan, representasi, dan tingkat keyakinan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa elektrolit dianggap zat yang mengandung elektron bebas atau semua senyawa ionik selalu larut. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti uji daya hantar dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi konduktivitas κ . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi ion, larutan, dan arus. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

16.4.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat submikroskopik, elektrolit dan nonelektrolit dipahami sebagai klasifikasi berdasarkan pembentukan ion bergerak dalam medium sehingga larutan menghantarkan listrik. Bahasa sehari-hari sering menggunakan kata yang sama dengan makna berbeda dari terminologi ilmiah. Peralihan register bahasa harus diajarkan eksplisit agar istilah familiar tidak

membawa asumsi yang keliru. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa elektrolit dianggap zat yang mengandung elektron bebas atau semua senyawa ionik selalu larut. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti uji daya hantar dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi konduktivitas κ . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi ion, larutan, dan arus. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk elektrolit dan nonelektrolit perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

16.4.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi

Konteks seperti uji daya hantar dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi konduktivitas κ . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi ion, larutan, dan arus. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk elektrolit dan nonelektrolit perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam representasi simbolik, elektrolit dan nonelektrolit dipahami sebagai klasifikasi berdasarkan pembentukan ion bergerak dalam medium sehingga larutan menghantarkan listrik. Gambar dan analogi dapat membantu sekaligus menyesatkan bila fitur pemetaan dan batasnya tidak dijelaskan. Peserta didik perlu diminta menyebut bagian analogi yang sesuai dan yang tidak sesuai. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa elektrolit dianggap zat yang mengandung elektron bebas atau semua senyawa ionik selalu larut. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

16.4.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk elektrolit dan nonelektrolit perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara diagnostik, elektrolit dan nonelektrolit dipahami sebagai klasifikasi berdasarkan pembentukan ion bergerak dalam medium sehingga larutan menghantarkan listrik. Urutan buku teks, penyederhanaan guru, dan latihan algoritmik dapat memperkuat miskonsepsi secara tidak sengaja. Audit representasi dan bahasa pengajaran diperlukan sebelum menyalahkan peserta didik. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa elektrolit dianggap zat yang mengandung elektron bebas atau semua senyawa ionik selalu larut. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti uji daya hantar dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi konduktivitas κ . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi ion, larutan, dan arus. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini

konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

16.4.13 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka

Secara epistemologis, elektrolit dan nonelektrolit dipahami sebagai klasifikasi berdasarkan pembentukan ion bergerak dalam medium sehingga larutan menghantarkan listrik. Pertanyaan terbuka harus memancing prediksi, alasan, bukti, dan penjelasan mekanistik. Respons tertulis sebaiknya ditindaklanjuti dengan pertanyaan klarifikasi singkat. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa elektrolit dianggap zat yang mengandung elektron bebas atau semua senyawa ionik selalu larut. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti uji daya hantar dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi konduktivitas κ . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi ion, larutan, dan arus. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk elektrolit dan nonelektrolit perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus

menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

16.4.14 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi ion, larutan, dan arus. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk elektrolit dan nonelektrolit perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam konteks laboratorium, elektrolit dan nonelektrolit dipahami sebagai klasifikasi berdasarkan pembentukan ion bergerak dalam medium sehingga larutan menghantarkan listrik. Tes bertingkat memisahkan pilihan jawaban, alasan, dan keyakinan sehingga tebakan dapat dibedakan dari pemahaman. Distraktor harus berasal dari pola konsepsi yang benar-benar ditemukan dalam wawancara atau literatur. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa elektrolit dianggap zat yang mengandung elektron bebas atau semua senyawa ionik selalu larut. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti uji daya hantar dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi konduktivitas κ . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

16.4.15 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain

Remediasi untuk elektrolit dan nonelektrolit perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Ketika peserta didik memecahkan soal, elektrolit dan nonelektrolit dipahami sebagai klasifikasi berdasarkan pembentukan ion bergerak dalam medium sehingga larutan menghantarkan listrik. Tugas menggambar dan Predict-Observe-Explain mengungkap hubungan antara model mental dan fenomena. Perbedaan prediksi dan observasi tidak otomatis mengubah konsep tanpa fase penjelasan dan rekonsiliasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa elektrolit dianggap zat yang mengandung elektron bebas atau semua senyawa ionik selalu larut. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti uji daya hantar dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi konduktivitas κ . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi ion, larutan, dan arus. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan

pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

16.4.16 Analisis Respons dan Peta Bukti

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa elektrolit dianggap zat yang mengandung elektron bebas atau semua senyawa ionik selalu larut. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti uji daya hantar dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi konduktivitas κ . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi ion, larutan, dan arus. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya,

jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk elektrolit dan nonelektrolit perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Untuk mencegah hafalan tanpa makna, elektrolit dan nonelektrolit dipahami sebagai klasifikasi berdasarkan pembentukan ion bergerak dalam medium sehingga larutan menghantarkan listrik. Analisis respons perlu menggunakan peta bukti, bukan keputusan berdasarkan satu butir. Konsistensi lintas konteks, representasi, dan waktu menentukan kuat-lemahnya klaim diagnostik. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

16.4.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk elektrolit dan nonelektrolit perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam pembelajaran kimia SMA, elektrolit dan nonelektrolit dipahami sebagai klasifikasi berdasarkan pembentukan ion bergerak dalam medium sehingga larutan menghantarkan listrik. Konflik kognitif efektif bila anomali dipahami, relevan, dan diikuti model alternatif yang lebih produktif. Kejutan tanpa dukungan dapat membuat peserta didik mengabaikan data atau menghafal pengecualian. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa elektrolit dianggap zat yang mengandung elektron bebas atau semua senyawa ionik selalu larut. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti uji daya hantar dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi konduktivitas κ . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi ion, larutan, dan arus. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

16.4.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dari sudut pandang pedagogical content knowledge, elektrolit dan nonelektrolit dipahami sebagai klasifikasi berdasarkan pembentukan ion bergerak dalam medium sehingga larutan menghantarkan listrik. Representasi majemuk harus dikoordinasikan, bukan sekadar ditampilkan berdampingan. Prompt penghubung perlu menanyakan apa yang tetap, berubah, dan diwakili pada setiap bentuk. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa elektrolit dianggap zat yang mengandung elektron bebas atau semua senyawa ionik selalu larut. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti uji daya hantar dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi konduktivitas κ . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi ion, larutan, dan arus. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk elektrolit dan nonelektrolit perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

16.4.19 Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif

Konteks seperti uji daya hantar dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi konduktivitas κ . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi ion, larutan, dan arus. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh

Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk elektrolit dan nonelektrolit perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat makroskopik, elektrolit dan nonelektrolit dipahami sebagai klasifikasi berdasarkan pembentukan ion bergerak dalam medium sehingga larutan menghantarkan listrik. Praktikum, simulasi, dan argumentasi memberi ruang untuk menguji klaim dengan data. Kegiatan harus dirancang agar variabel, prediksi, ketidakpastian, dan batas model dibahas secara eksplisit. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa elektrolit dianggap zat yang mengandung elektron bebas atau semua senyawa ionik selalu larut. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

16.4.20 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk elektrolit dan nonelektrolit perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat submikroskopik, elektrolit dan nonelektrolit dipahami sebagai klasifikasi berdasarkan pembentukan ion bergerak dalam medium sehingga larutan menghantarkan listrik. Perubahan konseptual dinilai melalui transfer ke masalah baru dan retensi setelah jeda waktu. Tindak lanjut harus membedakan penguasaan prosedur dari kemampuan menjelaskan dan mengevaluasi bukti. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa elektrolit dianggap zat yang mengandung elektron bebas atau semua senyawa ionik selalu larut. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti uji daya hantar dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi konduktivitas κ . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi ion, larutan, dan arus. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Ringkasan Diagnostik 16.4

- Konsep sasaran: klasifikasi berdasarkan pembentukan ion bergerak dalam medium sehingga larutan menghantarkan listrik.
- Miskonsepsi prioritas: elektrolit dianggap zat yang mengandung elektron bebas atau semua senyawa ionik selalu larut.
- Representasi minimum: fenomena uji daya hantar, model partikel, dan simbol konduktivitas κ .

- Bukti minimum: satu pertanyaan terbuka, satu butir bertingkat, satu tugas representasi, dan satu konteks transfer.
- Keputusan pedagogis: remediasi didasarkan pada pola alasan dan keyakinan, bukan pada skor tunggal.

16.5 Ionisasi dan Disosiasi

Subbab ini memusatkan perhatian pada ionisasi dan disosiasi sebagai bagian dari jejaring konsep bab. Tujuannya adalah membangun definisi yang presisi, mengidentifikasi batas penerapan, mengungkap pola miskonsepsi, dan menyediakan perangkat diagnosis serta remediasi yang dapat diterapkan di kelas XI.

16.5.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk ionisasi dan disosiasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara diagnostik, ionisasi dan disosiasi dipahami sebagai ionisasi membentuk ion dari spesies molekuler sedangkan disosiasi memisahkan ion yang telah ada dalam kisi atau asosiasi. Penjelasan harus dimulai dari definisi yang dapat dioperasionalkan dalam pengamatan, perhitungan, dan komunikasi ilmiah. Batas konsep perlu dinyatakan agar istilah yang berdekatan tidak saling dipertukarkan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa kedua istilah dianggap identik dalam semua konteks. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti HCl dalam air dan NaCl larut dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi persamaan ionik. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu

menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi ikatan dan ion. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

16.5.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat

Secara epistemologis, ionisasi dan disosiasi dipahami sebagai ionisasi membentuk ion dari spesies molekuler sedangkan disosiasi memisahkan ion yang telah ada dalam kisi atau asosiasi. Konsep ini berada dalam jejaring pengetahuan, bukan unit hafalan yang berdiri sendiri. Prasyarat yang rapuh akan membuat peserta didik menggunakan aturan permukaan sebagai pengganti penalaran. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa kedua istilah dianggap identik dalam semua konteks. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti HCl dalam air dan NaCl larut dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi persamaan ionik. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi ikatan dan ion. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh

Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk ionisasi dan disosiasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

16.5.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi ikatan dan ion. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk ionisasi dan disosiasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam konteks laboratorium, ionisasi dan disosiasi dipahami sebagai ionisasi membentuk ion dari spesies molekuler sedangkan disosiasi memisahkan ion yang telah ada dalam kisi atau asosiasi. Fenomena makroskopik berfungsi sebagai sumber bukti, tetapi tidak dengan sendirinya menjelaskan mekanisme. Pengamatan harus dipisahkan dari inferensi agar peserta didik tidak menganggap kesan inderawi sebagai definisi ilmiah. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa kedua istilah dianggap identik dalam semua konteks. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti HCl dalam air dan NaCl larut dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi persamaan ionik. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

16.5.4 Model Submikroskopik

Remediasi untuk ionisasi dan disosiasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Ketika peserta didik memecahkan soal, ionisasi dan disosiasi dipahami sebagai ionisasi membentuk ion dari spesies molekuler sedangkan disosiasi memisahkan ion yang telah ada dalam kisi atau asosiasi. Model submikroskopik menjelaskan perilaku partikel, interaksi, distribusi, dan perubahan yang tidak tampak langsung. Model harus disebut sebagai representasi dengan asumsi dan keterbatasan, bukan foto literal realitas. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa kedua istilah dianggap identik dalam semua konteks. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti HCl dalam air dan NaCl larut dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi persamaan ionik. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi ikatan dan ion. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

16.5.5 Bahasa Simbolik dan Matematis

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa kedua istilah dianggap identik dalam semua konteks. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti HCl dalam air dan NaCl larut dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi persamaan ionik. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi ikatan dan ion. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk

memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk ionisasi dan disosiasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Untuk mencegah hafalan tanpa makna, ionisasi dan disosiasi dipahami sebagai ionisasi membentuk ion dari spesies molekuler sedangkan disosiasi memisahkan ion yang telah ada dalam kisi atau asosiasi. Simbol dan persamaan memadatkan hubungan kuantitatif, tetapi setiap tanda harus dihubungkan dengan makna fisisnya. Manipulasi aljabar tanpa interpretasi satuan, tanda, dan kondisi mudah menghasilkan jawaban benar secara kebetulan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

16.5.6 Koordinasi Antarrepresentasi

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan

beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk ionisasi dan disosiasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam pembelajaran kimia SMA, ionisasi dan disosiasi dipahami sebagai ionisasi membentuk ion dari spesies molekuler sedangkan disosiasi memisahkan ion yang telah ada dalam kisi atau asosiasi. Pemahaman matang tampak ketika peserta didik dapat berpindah konsisten antara fenomena, partikel, simbol, grafik, dan bahasa verbal. Ketidakselarasan antarrepresentasi merupakan indikator penting adanya pengetahuan yang terfragmentasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa kedua istilah dianggap identik dalam semua konteks. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti HCl dalam air dan NaCl larut dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi persamaan ionik. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi ikatan dan ion. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

16.5.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dari sudut pandang pedagogical content knowledge, ionisasi dan disosiasi dipahami sebagai ionisasi membentuk ion dari spesies molekuler sedangkan disosiasi memisahkan ion yang telah ada dalam kisi atau asosiasi. Contoh positif perlu dipasangkan dengan noncontoh dan kasus batas supaya kategori tidak dibangun dari satu ciri dangkal. Kasus batas menuntut peserta didik menjelaskan alasan, kondisi, dan tingkat idealisasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa kedua istilah dianggap identik dalam semua konteks. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti HCl dalam air dan NaCl larut dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi persamaan ionik. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi ikatan dan ion. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk ionisasi dan disosiasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

16.5.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul

Konteks seperti HCl dalam air dan NaCl larut dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi persamaan ionik. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi ikatan dan ion. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk ionisasi dan disosiasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat makroskopik, ionisasi dan disosiasi dipahami sebagai ionisasi membentuk ion dari spesies molekuler sedangkan disosiasi memisahkan ion yang telah ada dalam kisi atau asosiasi. Miskonsepsi inti biasanya masuk akal dari sudut pengalaman awal sehingga tidak efektif hanya diberi label salah. Guru perlu menemukan aturan intuitif yang digunakan dan menunjukkan di mana aturan itu gagal. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa kedua istilah dianggap identik dalam semua konteks. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat

terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

16.5.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk ionisasi dan disosiasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat submikroskopik, ionisasi dan disosiasi dipahami sebagai ionisasi membentuk ion dari spesies molekuler sedangkan disosiasi memisahkan ion yang telah ada dalam kisi atau asosiasi. Satu jawaban salah dapat muncul dari beberapa pola penalaran alternatif yang berbeda. Variasi respons perlu dipetakan berdasarkan alasan, representasi, dan tingkat keyakinan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa kedua istilah dianggap identik dalam semua konteks. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti HCl dalam air dan NaCl larut dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi persamaan ionik. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi ikatan dan ion. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

16.5.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari

Dalam representasi simbolik, ionisasi dan disosiasi dipahami sebagai ionisasi membentuk ion dari spesies molekuler sedangkan disosiasi memisahkan ion yang telah ada dalam kisi atau asosiasi. Bahasa sehari-hari sering menggunakan kata yang sama dengan makna berbeda dari terminologi ilmiah. Peralihan register bahasa harus diajarkan eksplisit agar istilah familiar tidak membawa asumsi yang keliru. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa kedua istilah dianggap identik dalam semua konteks. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti HCl dalam air dan NaCl larut dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi persamaan ionik. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi ikatan dan ion. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk ionisasi dan disosiasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

16.5.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi ikatan dan ion. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk ionisasi dan disosiasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara diagnostik, ionisasi dan disosiasi dipahami sebagai ionisasi membentuk ion dari spesies molekuler sedangkan disosiasi memisahkan ion yang telah ada dalam kisi atau asosiasi. Gambar dan analogi dapat membantu sekaligus menyesatkan bila fitur pemetaan dan batasnya tidak dijelaskan. Peserta didik perlu diminta menyebutkan bagian analogi yang sesuai dan yang tidak

sesuai. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa kedua istilah dianggap identik dalam semua konteks. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti HCl dalam air dan NaCl larut dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi persamaan ionik. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

16.5.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran

Remediasi untuk ionisasi dan disosiasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara epistemologis, ionisasi dan disosiasi dipahami sebagai ionisasi membentuk ion dari spesies molekuler sedangkan disosiasi memisahkan ion yang telah ada dalam kisi atau asosiasi. Urutan buku teks, penyederhanaan guru, dan latihan algoritmik dapat memperkuat miskonsepsi secara tidak sengaja. Audit representasi dan bahasa pengajaran diperlukan sebelum menyalahkan peserta didik. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa kedua istilah dianggap identik dalam semua konteks. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti HCl dalam air dan NaCl larut dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi persamaan ionik. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi ikatan dan ion. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

16.5.13 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa kedua istilah dianggap identik dalam semua konteks. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti HCl dalam air dan NaCl larut dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi persamaan ionik. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi ikatan dan ion. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk ionisasi dan disosiasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam konteks laboratorium, ionisasi dan disosiasi dipahami sebagai ionisasi membentuk ion dari spesies molekuler sedangkan disosiasi memisahkan ion yang telah ada dalam kisi atau asosiasi. Pertanyaan terbuka harus memancing prediksi, alasan, bukti, dan penjelasan mekanistik. Respons tertulis sebaiknya ditindaklanjuti dengan pertanyaan klarifikasi singkat. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

16.5.14 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk ionisasi dan disosiasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai

bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Ketika peserta didik memecahkan soal, ionisasi dan disosiasi dipahami sebagai ionisasi membentuk ion dari spesies molekuler sedangkan disosiasi memisahkan ion yang telah ada dalam kisi atau asosiasi. Tes bertingkat memisahkan pilihan jawaban, alasan, dan keyakinan sehingga tebakan dapat dibedakan dari pemahaman. Distraktor harus berasal dari pola konsepsi yang benar-benar ditemukan dalam wawancara atau literatur. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa kedua istilah dianggap identik dalam semua konteks. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti HCl dalam air dan NaCl larut dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi persamaan ionik. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi ikatan dan ion. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

16.5.15 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Untuk mencegah hafalan tanpa makna, ionisasi dan disosiasi dipahami sebagai ionisasi membentuk ion dari spesies molekuler sedangkan disosiasi memisahkan ion yang telah ada dalam kisi atau asosiasi. Tugas menggambar dan Predict-Observe-Explain mengungkap hubungan antara model mental dan fenomena. Perbedaan prediksi dan observasi tidak otomatis mengubah konsep tanpa fase penjelasan dan rekonsiliasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa kedua istilah dianggap identik dalam semua konteks. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah.

Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti HCl dalam air dan NaCl larut dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi persamaan ionik. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi ikatan dan ion. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk ionisasi dan disosiasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

16.5.16 Analisis Respons dan Peta Bukti

Konteks seperti HCl dalam air dan NaCl larut dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi persamaan ionik. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi ikatan dan ion. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk ionisasi dan disosiasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam pembelajaran kimia SMA, ionisasi dan disosiasi dipahami sebagai ionisasi membentuk ion dari spesies molekuler sedangkan disosiasi memisahkan ion yang telah ada dalam kisi atau asosiasi. Analisis respons perlu menggunakan peta bukti, bukan keputusan berdasarkan satu butir. Konsistensi lintas konteks, representasi, dan waktu menentukan kuat-lemahnya klaim diagnostik. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa kedua istilah dianggap identik dalam semua konteks. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

16.5.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk ionisasi dan disosiasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan

membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dari sudut pandang pedagogical content knowledge, ionisasi dan disosiasi dipahami sebagai ionisasi membentuk ion dari spesies molekuler sedangkan disosiasi memisahkan ion yang telah ada dalam kisi atau asosiasi. Konflik kognitif efektif bila anomali dipahami, relevan, dan diikuti model alternatif yang lebih produktif. Kejutan tanpa dukungan dapat membuat peserta didik mengabaikan data atau menghafal pengecualian. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa kedua istilah dianggap identik dalam semua konteks. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti HCl dalam air dan NaCl larut dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi persamaan ionik. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi ikatan dan ion. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

16.5.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk

Pada tingkat makroskopik, ionisasi dan disosiasi dipahami sebagai ionisasi membentuk ion dari spesies molekuler sedangkan disosiasi memisahkan ion yang telah ada dalam kisi atau asosiasi. Representasi majemuk harus dikoordinasikan, bukan sekadar ditampilkan berdampingan.

Prompt penghubung perlu menanyakan apa yang tetap, berubah, dan diwakili pada setiap bentuk. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa kedua istilah dianggap identik dalam semua konteks. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti HCl dalam air dan NaCl larut dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi persamaan ionik. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi ikatan dan ion. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk ionisasi dan disosiasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

16.5.19 *Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif*

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi ikatan dan ion. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk ionisasi dan disosiasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat submikroskopik, ionisasi dan disosiasi dipahami sebagai ionisasi membentuk ion dari spesies molekuler sedangkan disosiasi memisahkan ion yang telah ada dalam kisi atau asosiasi. Praktikum, simulasi, dan argumentasi memberi ruang untuk menguji klaim dengan data. Kegiatan harus dirancang agar variabel, prediksi, ketidakpastian, dan batas model dibahas secara eksplisit. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa kedua istilah dianggap identik dalam semua konteks. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti HCl dalam air dan NaCl larut dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke

representasi persamaan ionik. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

16.5.20 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut

Remediasi untuk ionisasi dan disosiasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam representasi simbolik, ionisasi dan disosiasi dipahami sebagai ionisasi membentuk ion dari spesies molekuler sedangkan disosiasi memisahkan ion yang telah ada dalam kisi atau asosiasi. Perubahan konseptual dinilai melalui transfer ke masalah baru dan retensi setelah jeda waktu. Tindak lanjut harus membedakan penguasaan prosedur dari kemampuan menjelaskan dan mengevaluasi bukti. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa kedua istilah dianggap identik dalam semua konteks. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti HCl dalam air dan NaCl larut dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi persamaan ionik. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi ikatan dan ion. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh

Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Ringkasan Diagnostik 16.5

- Konsep sasaran: ionisasi membentuk ion dari spesies molekuler sedangkan disosiasi memisahkan ion yang telah ada dalam kisi atau asosiasi.
- Miskonsepsi prioritas: kedua istilah dianggap identik dalam semua konteks.
- Representasi minimum: fenomena HCl dalam air dan NaCl larut, model partikel, dan simbol persamaan ionik.
- Bukti minimum: satu pertanyaan terbuka, satu butir bertingkat, satu tugas representasi, dan satu konteks transfer.
- Keputusan pedagogis: remediasi didasarkan pada pola alasan dan keyakinan, bukan pada skor tunggal.

16.6 Elektrolit Kuat dan Lemah

Subbab ini memusatkan perhatian pada elektrolit kuat dan lemah sebagai bagian dari jejaring konsep bab. Tujuannya adalah membangun definisi yang presisi, mengidentifikasi batas penerapan, mengungkap pola miskonsepsi, dan menyediakan perangkat diagnosis serta remediasi yang dapat diterapkan di kelas XI.

16.6.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep

Remediasi untuk elektrolit kuat dan lemah perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara epistemologis, elektrolit kuat dan lemah dipahami sebagai kuat-lemah merujuk derajat pembentukan ion pada kondisi tertentu, bukan konsentrasi larutan. Penjelasan harus dimulai dari definisi yang dapat dioperasionalkan dalam pengamatan, perhitungan, dan komunikasi ilmiah. Batas konsep perlu dinyatakan agar istilah yang berdekatan tidak saling dipertukarkan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa elektrolit kuat disamakan dengan larutan pekat atau daya hantar mutlak tertinggi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti HCl encer dan CH_3COOH pekat dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi α , K_a , κ . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi konsentrasi dan kesetimbangan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

16.6.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa elektrolit kuat disamakan dengan larutan pekat atau daya hantar mutlak tertinggi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti HCl encer dan CH_3COOH pekat dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi α , K_a , κ . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi konsentrasi dan kesetimbangan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk elektrolit kuat dan lemah perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam konteks laboratorium, elektrolit kuat dan lemah dipahami sebagai kuat-lemah merujuk derajat pembentukan ion pada kondisi tertentu, bukan konsentrasi larutan. Konsep ini berada dalam jejaring pengetahuan, bukan unit hafalan yang berdiri sendiri. Prasyarat yang rapuh akan membuat peserta didik menggunakan aturan permukaan sebagai pengganti penalaran. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

16.6.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk elektrolit kuat dan lemah perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Ketika peserta didik memecahkan soal, elektrolit kuat dan lemah dipahami sebagai kuat-lemah merujuk derajat pembentukan ion pada kondisi tertentu, bukan konsentrasi larutan. Fenomena makroskopik berfungsi sebagai sumber bukti, tetapi tidak dengan sendirinya menjelaskan mekanisme. Pengamatan harus dipisahkan dari inferensi agar peserta didik tidak menganggap kesan inderawi sebagai definisi ilmiah. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa elektrolit kuat disamakan dengan larutan pekat atau daya hantar mutlak tertinggi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti HCl encer dan CH_3COOH pekat dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi α , K_a , κ . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi konsentrasi dan kesetimbangan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

16.6.4 Model Submikroskopik

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai

bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Untuk mencegah hafalan tanpa makna, elektrolit kuat dan lemah dipahami sebagai kuat-lemah merujuk derajat pembentukan ion pada kondisi tertentu, bukan konsentrasi larutan. Model submikroskopik menjelaskan perilaku partikel, interaksi, distribusi, dan perubahan yang tidak tampak langsung. Model harus disebut sebagai representasi dengan asumsi dan keterbatasan, bukan foto literal realitas. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa elektrolit kuat disamakan dengan larutan pekat atau daya hantar mutlak tertinggi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti HCl encer dan CH_3COOH pekat dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi α , K_a , κ . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi konsentrasi dan kesetimbangan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk elektrolit kuat dan lemah perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

16.6.5 Bahasa Simbolik dan Matematis

Konteks seperti HCl encer dan CH_3COOH pekat dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi α , K_a , κ . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi konsentrasi dan kesetimbangan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk elektrolit kuat dan lemah perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam pembelajaran kimia SMA, elektrolit kuat dan lemah dipahami sebagai kuat-lemah merujuk derajat pembentukan ion pada kondisi tertentu, bukan konsentrasi larutan. Simbol dan persamaan memadatkan hubungan kuantitatif, tetapi setiap tanda harus dihubungkan dengan makna fisiknya. Manipulasi aljabar tanpa interpretasi satuan, tanda, dan kondisi mudah menghasilkan jawaban benar secara kebetulan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa elektrolit kuat disamakan dengan larutan pekat atau daya hantar mutlak tertinggi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

16.6.6 Koordinasi Antarrepresentasi

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk elektrolit kuat dan lemah perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dari sudut pandang pedagogical content knowledge, elektrolit kuat dan lemah dipahami sebagai kuat-lemah merujuk derajat pembentukan ion pada kondisi tertentu, bukan konsentrasi larutan. Pemahaman matang tampak ketika peserta didik dapat berpindah konsisten antara fenomena, partikel, simbol, grafik, dan bahasa verbal. Ketidakselarasan antarrepresentasi merupakan indikator penting adanya pengetahuan yang terfragmentasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa elektrolit kuat disamakan dengan larutan pekat atau daya hantar mutlak tertinggi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti HCl encer dan CH₃COOH pekat dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi α , K_a , κ . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi konsentrasi dan kesetimbangan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

16.6.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas

Pada tingkat makroskopik, elektrolit kuat dan lemah dipahami sebagai kuat-lemah merujuk derajat pembentukan ion pada kondisi tertentu, bukan konsentrasi larutan. Contoh positif perlu dipasangkan dengan noncontoh dan kasus batas supaya kategori tidak dibangun dari satu ciri dangkal. Kasus batas menuntut peserta didik menjelaskan alasan, kondisi, dan tingkat idealisasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa elektrolit kuat disamakan dengan larutan pekat atau daya hantar mutlak tertinggi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti HCl encer dan CH₃COOH pekat dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi α , K_a , κ . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi konsentrasi dan kesetimbangan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk elektrolit kuat dan lemah perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

16.6.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi konsentrasi dan kesetimbangan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk elektrolit kuat dan lemah perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai

bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat submikroskopik, elektrolit kuat dan lemah dipahami sebagai kuat-lemah merujuk derajat pembentukan ion pada kondisi tertentu, bukan konsentrasi larutan. Miskonsepsi ini biasanya masuk akal dari sudut pengalaman awal sehingga tidak efektif hanya diberi label salah. Guru perlu menemukan aturan intuitif yang digunakan dan menunjukkan di mana aturan itu gagal. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa elektrolit kuat disamakan dengan larutan pekat atau daya hantar mutlak tertinggi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti HCl encer dan CH_3COOH pekat dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi α , K_a , κ . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

16.6.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif

Remediasi untuk elektrolit kuat dan lemah perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam representasi simbolik, elektrolit kuat dan lemah dipahami sebagai kuat-lemah merujuk derajat pembentukan ion pada kondisi tertentu, bukan konsentrasi larutan. Satu jawaban salah dapat muncul dari beberapa pola penalaran alternatif yang berbeda. Variasi respons perlu dipetakan berdasarkan alasan, representasi, dan tingkat keyakinan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa elektrolit kuat disamakan dengan larutan pekat atau daya hantar mutlak tertinggi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang

diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti HCl encer dan CH_3COOH pekat dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi α , K_a , κ . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi konsentrasi dan kesetimbangan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

16.6.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa elektrolit kuat disamakan dengan larutan pekat atau daya hantar mutlak tertinggi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti HCl encer dan CH_3COOH pekat dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi α , K_a , κ . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi konsentrasi dan kesetimbangan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya

dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk elektrolit kuat dan lemah perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara diagnostik, elektrolit kuat dan lemah dipahami sebagai kuat-lemah merujuk derajat pembentukan ion pada kondisi tertentu, bukan konsentrasi larutan. Bahasa sehari-hari sering menggunakan kata yang sama dengan makna berbeda dari terminologi ilmiah. Peralihan register bahasa harus diajarkan eksplisit agar istilah familiar tidak membawa asumsi yang keliru. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

16.6.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya,

jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk elektrolit kuat dan lemah perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara epistemologis, elektrolit kuat dan lemah dipahami sebagai kuat-lemah merujuk derajat pembentukan ion pada kondisi tertentu, bukan konsentrasi larutan. Gambar dan analogi dapat membantu sekaligus menyesatkan bila fitur pemetaan dan batasnya tidak dijelaskan. Peserta didik perlu diminta menyebut bagian analogi yang sesuai dan yang tidak sesuai. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa elektrolit kuat disamakan dengan larutan pekat atau daya hantar mutlak tertinggi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti HCl encer dan CH_3COOH pekat dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi α , K_a , κ . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi konsentrasi dan kesetimbangan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

16.6.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam konteks laboratorium, elektrolit kuat dan lemah dipahami sebagai kuat-lemah merujuk derajat pembentukan ion pada kondisi tertentu, bukan konsentrasi larutan. Urutan buku teks, penyederhanaan guru, dan latihan algoritmik dapat memperkuat miskonsepsi secara tidak sengaja. Audit representasi dan bahasa pengajaran diperlukan sebelum menyalahkan peserta didik. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa elektrolit kuat disamakan dengan larutan pekat atau daya hantar mutlak tertinggi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti HCl encer dan CH_3COOH pekat dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi α , K_a , κ . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi konsentrasi dan kesetimbangan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk elektrolit kuat dan lemah perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

16.6.13 *Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka*

Konteks seperti HCl encer dan CH_3COOH pekat dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi α , K_a , κ . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi konsentrasi dan kesetimbangan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk elektrolit kuat dan lemah perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Ketika peserta didik memecahkan soal, elektrolit kuat dan lemah dipahami sebagai kuat-lemah merujuk derajat pembentukan ion pada kondisi tertentu, bukan konsentrasi larutan. Pertanyaan terbuka harus memancing prediksi, alasan, bukti, dan penjelasan mekanistik. Respons tertulis sebaiknya ditindaklanjuti dengan pertanyaan klarifikasi singkat. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa elektrolit kuat disamakan dengan larutan pekat atau daya hantar mutlak tertinggi. Anggapan tersebut dapat bertahan

karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

16.6.14 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk elektrolit kuat dan lemah perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Untuk mencegah hafalan tanpa makna, elektrolit kuat dan lemah dipahami sebagai kuat-lemah merujuk derajat pembentukan ion pada kondisi tertentu, bukan konsentrasi larutan. Tes bertingkat memisahkan pilihan jawaban, alasan, dan keyakinan sehingga tebakan dapat dibedakan dari pemahaman. Distraktor harus berasal dari pola konsepsi yang benar-benar ditemukan dalam wawancara atau literatur. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa elektrolit kuat disamakan dengan larutan pekat atau daya hantar mutlak tertinggi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti HCl encer dan CH_3COOH pekat dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi α , K_a , κ . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi konsentrasi dan kesetimbangan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat

untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

16.6.15 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain

Dalam pembelajaran kimia SMA, elektrolit kuat dan lemah dipahami sebagai kuat-lemah merujuk derajat pembentukan ion pada kondisi tertentu, bukan konsentrasi larutan. Tugas menggambar dan Predict-Observe-Explain mengungkap hubungan antara model mental dan fenomena. Perbedaan prediksi dan observasi tidak otomatis mengubah konsep tanpa fase penjelasan dan rekonsiliasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa elektrolit kuat disamakan dengan larutan pekat atau daya hantar mutlak tertinggi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti HCl encer dan CH_3COOH pekat dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi α , K_a , κ . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi konsentrasi dan kesetimbangan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk elektrolit kuat dan lemah perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

16.6.16 Analisis Respons dan Peta Bukti

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi konsentrasi dan kesetimbangan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk elektrolit kuat dan lemah perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai

bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dari sudut pandang pedagogical content knowledge, elektrolit kuat dan lemah dipahami sebagai kuat-lemah merujuk derajat pembentukan ion pada kondisi tertentu, bukan konsentrasi larutan. Analisis respons perlu menggunakan peta bukti, bukan keputusan berdasarkan satu butir. Konsistensi lintas konteks, representasi, dan waktu menentukan kuat-lemahnya klaim diagnostik. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa elektrolit kuat disamakan dengan larutan pekat atau daya hantar mutlak tertinggi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti HCl encer dan CH_3COOH pekat dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi α , K_a , κ . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

16.6.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah

Remediasi untuk elektrolit kuat dan lemah perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat makroskopik, elektrolit kuat dan lemah dipahami sebagai kuat-lemah merujuk derajat pembentukan ion pada kondisi tertentu, bukan konsentrasi larutan. Konflik kognitif efektif bila anomali dipahami, relevan, dan diikuti model alternatif yang lebih produktif. Kejutan tanpa dukungan dapat membuat peserta didik mengabaikan data atau menghafal pengecualian. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa elektrolit kuat disamakan dengan larutan pekat atau daya hantar mutlak tertinggi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang

diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti HCl encer dan CH_3COOH pekat dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi α , K_a , κ . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi konsentrasi dan kesetimbangan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

16.6.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa elektrolit kuat disamakan dengan larutan pekat atau daya hantar mutlak tertinggi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti HCl encer dan CH_3COOH pekat dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi α , K_a , κ . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi konsentrasi dan kesetimbangan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya

dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk elektrolit kuat dan lemah perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat submikroskopik, elektrolit kuat dan lemah dipahami sebagai kuat-lemah merujuk derajat pembentukan ion pada kondisi tertentu, bukan konsentrasi larutan. Representasi majemuk harus dikoordinasikan, bukan sekadar ditampilkan berdampingan. Prompt penghubung perlu menanyakan apa yang tetap, berubah, dan diwakili pada setiap bentuk. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

16.6.19 Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya,

jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk elektrolit kuat dan lemah perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam representasi simbolik, elektrolit kuat dan lemah dipahami sebagai kuat-lemah merujuk derajat pembentukan ion pada kondisi tertentu, bukan konsentrasi larutan. Praktikum, simulasi, dan argumentasi memberi ruang untuk menguji klaim dengan data. Kegiatan harus dirancang agar variabel, prediksi, ketidakpastian, dan batas model dibahas secara eksplisit. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa elektrolit kuat disamakan dengan larutan pekat atau daya hantar mutlak tertinggi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti HCl encer dan CH_3COOH pekat dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi α , K_a , κ . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi konsentrasi dan kesetimbangan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

16.6.20 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara diagnostik, elektrolit kuat dan lemah dipahami sebagai kuat-lemah merujuk derajat pembentukan ion pada kondisi tertentu, bukan konsentrasi larutan. Perubahan konseptual dinilai melalui transfer ke masalah baru dan retensi setelah jeda waktu. Tindak lanjut harus membedakan penguasaan prosedur dari kemampuan menjelaskan dan mengevaluasi bukti. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa elektrolit kuat disamakan dengan larutan pekat atau daya hantar mutlak tertinggi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti HCl encer dan CH_3COOH pekat dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi α , K_a , κ . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi konsentrasi dan kesetimbangan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk elektrolit kuat dan lemah perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Ringkasan Diagnostik 16.6

- Konsep sasaran: kuat-lemah merujuk derajat pembentukan ion pada kondisi tertentu, bukan konsentrasi larutan.
- Miskonsepsi prioritas: elektrolit kuat disamakan dengan larutan pekat atau daya hantar mutlak tertinggi.
- Representasi minimum: fenomena HCl encer dan CH₃COOH pekat, model partikel, dan simbol α , K_a , κ .
- Bukti minimum: satu pertanyaan terbuka, satu butir bertingkat, satu tugas representasi, dan satu konteks transfer.
- Keputusan pedagogis: remediasi didasarkan pada pola alasan dan keyakinan, bukan pada skor tunggal.

16.7 Teori Asam-Basa Arrhenius

Subbab ini memusatkan perhatian pada teori asam-basa arrhenius sebagai bagian dari jejaring konsep bab. Tujuannya adalah membangun definisi yang presisi, mengidentifikasi batas penerapan, mengungkap pola miskonsepsi, dan menyediakan perangkat diagnosis serta remediasi yang dapat diterapkan di kelas XI.

16.7.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam konteks laboratorium, teori asam-basa arrhenius dipahami sebagai asam meningkatkan aktivitas H₃O⁺ dan basa meningkatkan aktivitas OH⁻ dalam air. Penjelasan harus dimulai dari definisi yang dapat dioperasionalkan dalam pengamatan, perhitungan, dan komunikasi ilmiah. Batas konsep perlu dinyatakan agar istilah yang berdekatan tidak saling dipertukarkan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa asam dianggap mengandung H dan basa mengandung OH secara literal tanpa konteks. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti HCl, NaOH, dan NH₃ dalam air dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi H₃O⁺, OH⁻. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi ionisasi dalam air. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk teori asam-basa arrhenius perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

16.7.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat

Konteks seperti HCl, NaOH, dan NH₃ dalam air dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi H₃O⁺, OH⁻. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi ionisasi dalam air. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk teori asam-basa arrhenius perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Ketika peserta didik memecahkan soal, teori asam-basa arrhenius dipahami sebagai asam meningkatkan aktivitas H_3O^+ dan basa meningkatkan aktivitas OH^- dalam air. Konsep ini berada dalam jejaring pengetahuan, bukan unit hafalan yang berdiri sendiri. Prasyarat yang rapuh akan membuat peserta didik menggunakan aturan permukaan sebagai pengganti penalaran. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa asam dianggap mengandung H dan basa mengandung OH secara literal tanpa konteks. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

16.7.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk teori asam-basa arrhenius perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai

bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Untuk mencegah hafalan tanpa makna, teori asam-basa arrhenius dipahami sebagai asam meningkatkan aktivitas H_3O^+ dan basa meningkatkan aktivitas OH^- dalam air. Fenomena makroskopik berfungsi sebagai sumber bukti, tetapi tidak dengan sendirinya menjelaskan mekanisme. Pengamatan harus dipisahkan dari inferensi agar peserta didik tidak menganggap kesan inderawi sebagai definisi ilmiah. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa asam dianggap mengandung H dan basa mengandung OH secara literal tanpa konteks. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti HCl, NaOH, dan NH_3 dalam air dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi H_3O^+ , OH^- . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi ionisasi dalam air. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

16.7.4 Model Submikroskopik

Dalam pembelajaran kimia SMA, teori asam-basa arrhenius dipahami sebagai asam meningkatkan aktivitas H_3O^+ dan basa meningkatkan aktivitas OH^- dalam air. Model submikroskopik menjelaskan perilaku partikel, interaksi, distribusi, dan perubahan yang tidak tampak langsung. Model harus disebut sebagai representasi dengan asumsi dan keterbatasan, bukan foto literal realitas. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa asam dianggap mengandung H dan basa mengandung OH secara literal tanpa konteks. Anggapan tersebut dapat bertahan

karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti HCl, NaOH, dan NH₃ dalam air dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi H₃O⁺, OH⁻. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi ionisasi dalam air. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk teori asam-basa arrhenius perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

16.7.5 Bahasa Simbolik dan Matematis

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi ionisasi dalam air. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan

pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk teori asam-basa arrhenius perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dari sudut pandang pedagogical content knowledge, teori asam-basa arrhenius dipahami sebagai asam meningkatkan aktivitas H_3O^+ dan basa meningkatkan aktivitas OH^- dalam air. Simbol dan persamaan memadatkan hubungan kuantitatif, tetapi setiap tanda harus dihubungkan dengan makna fisisnya. Manipulasi aljabar tanpa interpretasi satuan, tanda, dan kondisi mudah menghasilkan jawaban benar secara kebetulan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa asam dianggap mengandung H dan basa mengandung OH secara literal tanpa konteks. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti HCl, NaOH, dan NH_3 dalam air dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi H_3O^+ , OH^- . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

16.7.6 Koordinasi Antarrepresentasi

Remediasi untuk teori asam-basa arrhenius perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat makroskopik, teori asam-basa arrhenius dipahami sebagai asam meningkatkan aktivitas H_3O^+ dan basa meningkatkan aktivitas OH^- dalam air. Pemahaman matang tampak ketika peserta didik dapat berpindah konsisten antara fenomena, partikel, simbol, grafik, dan bahasa verbal. Ketidakselarasan antarrepresentasi merupakan indikator penting adanya pengetahuan yang terfragmentasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa asam dianggap mengandung H dan basa mengandung OH secara literal tanpa konteks. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti HCl, NaOH, dan NH_3 dalam air dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi H_3O^+ , OH^- . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi ionisasi dalam air. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

16.7.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa asam dianggap mengandung H dan basa mengandung OH secara literal tanpa konteks. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti HCl, NaOH, dan NH₃ dalam air dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi H₃O⁺, OH⁻. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi ionisasi dalam air. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk teori asam-basa arrhenius perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat submikroskopik, teori asam-basa arrhenius dipahami sebagai asam meningkatkan aktivitas H_3O^+ dan basa meningkatkan aktivitas OH^- dalam air. Contoh positif perlu dipasangkan dengan noncontoh dan kasus batas supaya kategori tidak dibangun dari satu ciri dangkal. Kasus batas menuntut peserta didik menjelaskan alasan, kondisi, dan tingkat idealisasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

16.7.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk teori asam-basa arrhenius perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam representasi simbolik, teori asam-basa arrhenius dipahami sebagai asam meningkatkan aktivitas H_3O^+ dan basa meningkatkan aktivitas OH^- dalam air. Miskonsepsi inti biasanya masuk akal dari sudut pengalaman awal sehingga tidak efektif hanya diberi label salah. Guru perlu menemukan aturan intuitif yang digunakan dan menunjukkan di mana aturan itu gagal. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa asam dianggap mengandung H dan basa mengandung OH secara literal tanpa konteks. Anggapan tersebut dapat bertahan

karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti HCl, NaOH, dan NH₃ dalam air dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi H₃O⁺, OH⁻. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi ionisasi dalam air. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

16.7.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara diagnostik, teori asam-basa arrhenius dipahami sebagai asam meningkatkan aktivitas H₃O⁺ dan basa meningkatkan aktivitas OH⁻ dalam air. Satu jawaban salah dapat muncul dari beberapa pola penalaran alternatif yang berbeda. Variasi respons perlu dipetakan berdasarkan alasan, representasi, dan tingkat keyakinan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa asam dianggap mengandung H dan basa mengandung OH secara literal tanpa konteks. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti HCl, NaOH, dan NH₃ dalam air dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi H₃O⁺, OH⁻. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi ionisasi dalam air. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan

pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk teori asam-basa arrhenius perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

16.7.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari

Konteks seperti HCl, NaOH, dan NH₃ dalam air dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi H₃O⁺, OH⁻. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi ionisasi dalam air. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya,

jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk teori asam-basa arrhenius perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara epistemologis, teori asam-basa arrhenius dipahami sebagai asam meningkatkan aktivitas H_3O^+ dan basa meningkatkan aktivitas OH^- dalam air. Bahasa sehari-hari sering menggunakan kata yang sama dengan makna berbeda dari terminologi ilmiah. Peralihan register bahasa harus diajarkan eksplisit agar istilah familiar tidak membawa asumsi yang keliru. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa asam dianggap mengandung H dan basa mengandung OH secara literal tanpa konteks. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

16.7.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk teori asam-basa arrhenius perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam konteks laboratorium, teori asam-basa arrhenius dipahami sebagai asam meningkatkan aktivitas H_3O^+ dan basa meningkatkan aktivitas OH^- dalam air. Gambar dan analogi dapat membantu sekaligus menyesatkan bila fitur pemetaan dan batasnya tidak dijelaskan. Peserta didik perlu diminta menyebutkan bagian analogi yang sesuai dan yang tidak sesuai. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa asam dianggap mengandung H dan basa mengandung OH secara literal tanpa konteks. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti HCl, NaOH, dan NH_3 dalam air dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi H_3O^+ , OH^- . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi ionisasi dalam air. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

16.7.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran

Ketika peserta didik memecahkan soal, teori asam-basa arrhenius dipahami sebagai asam meningkatkan aktivitas H_3O^+ dan basa meningkatkan aktivitas OH^- dalam air. Urutan buku teks, penyederhanaan guru, dan latihan algoritmik dapat memperkuat miskonsepsi secara tidak sengaja. Audit representasi dan bahasa pengajaran diperlukan sebelum menyalahkan peserta didik. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa asam dianggap mengandung H dan basa mengandung OH secara literal tanpa konteks. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang

diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti HCl, NaOH, dan NH₃ dalam air dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi H₃O⁺, OH⁻. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi ionisasi dalam air. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk teori asam-basa arrhenius perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

16.7.13 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi ionisasi dalam air. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk teori asam-basa arrhenius perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Untuk mencegah hafalan tanpa makna, teori asam-basa arrhenius dipahami sebagai asam meningkatkan aktivitas H_3O^+ dan basa meningkatkan aktivitas OH^- dalam air. Pertanyaan terbuka harus memancing prediksi, alasan, bukti, dan penjelasan mekanistik. Respons tertulis sebaiknya ditindaklanjuti dengan pertanyaan klarifikasi singkat. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa asam dianggap mengandung H dan basa mengandung OH secara literal tanpa konteks. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti HCl, NaOH, dan NH_3 dalam air dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi H_3O^+ , OH^- . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

16.7.14 *Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan*

Remediasi untuk teori asam-basa arrhenius perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam pembelajaran kimia SMA, teori asam-basa arrhenius dipahami sebagai asam meningkatkan aktivitas H_3O^+ dan basa meningkatkan aktivitas OH^- dalam air. Tes bertingkat memisahkan pilihan jawaban, alasan, dan keyakinan sehingga tebakan dapat dibedakan dari pemahaman. Distraktor harus berasal dari pola konsepsi yang benar-benar ditemukan dalam wawancara atau literatur. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa asam dianggap mengandung H dan basa mengandung OH secara literal tanpa konteks. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti HCl, NaOH, dan NH_3 dalam air dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi H_3O^+ , OH^- . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi ionisasi dalam air. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

16.7.15 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa asam dianggap mengandung H dan basa mengandung OH secara literal tanpa konteks. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti HCl, NaOH, dan NH₃ dalam air dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi H₃O⁺, OH⁻. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi ionisasi dalam air. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk teori asam-basa arrhenius perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dari sudut pandang pedagogical content knowledge, teori asam-basa arrhenius dipahami sebagai asam meningkatkan aktivitas H_3O^+ dan basa meningkatkan aktivitas OH^- dalam air. Tugas menggambar dan Predict-Observe-Explain mengungkap hubungan antara model mental dan fenomena. Perbedaan prediksi dan observasi tidak otomatis mengubah konsep tanpa fase penjelasan dan rekonsiliasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

16.7.16 Analisis Respons dan Peta Bukti

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk teori asam-basa arrhenius perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat makroskopik, teori asam-basa arrhenius dipahami sebagai asam meningkatkan aktivitas H_3O^+ dan basa meningkatkan aktivitas OH^- dalam air. Analisis respons perlu menggunakan peta bukti, bukan keputusan berdasarkan satu butir. Konsistensi lintas konteks, representasi, dan waktu menentukan kuat-lemahnya klaim diagnostik. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa asam dianggap mengandung H dan basa mengandung OH secara literal tanpa konteks. Anggapan tersebut dapat bertahan

karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti HCl, NaOH, dan NH₃ dalam air dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi H₃O⁺, OH⁻. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi ionisasi dalam air. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

16.7.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat submikroskopik, teori asam-basa arrhenius dipahami sebagai asam meningkatkan aktivitas H₃O⁺ dan basa meningkatkan aktivitas OH⁻ dalam air. Konflik kognitif efektif bila anomali dipahami, relevan, dan diikuti model alternatif yang lebih produktif. Kejutan tanpa dukungan dapat membuat peserta didik mengabaikan data atau menghafal pengecualian. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa asam dianggap mengandung H dan basa mengandung OH secara literal tanpa konteks. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti HCl, NaOH, dan NH₃ dalam air dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi H₃O⁺, OH⁻. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi ionisasi dalam air. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan

pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk teori asam-basa arrhenius perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

16.7.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk

Konteks seperti HCl, NaOH, dan NH₃ dalam air dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi H₃O⁺, OH⁻. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi ionisasi dalam air. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya,

jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk teori asam-basa arrhenius perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam representasi simbolik, teori asam-basa arrhenius dipahami sebagai asam meningkatkan aktivitas H_3O^+ dan basa meningkatkan aktivitas OH^- dalam air. Representasi majemuk harus dikoordinasikan, bukan sekadar ditampilkan berdampingan. Prompt penghubung perlu menanyakan apa yang tetap, berubah, dan diwakili pada setiap bentuk. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa asam dianggap mengandung H dan basa mengandung OH secara literal tanpa konteks. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

16.7.19 Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk teori asam-basa arrhenius perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara diagnostik, teori asam-basa arrhenius dipahami sebagai asam meningkatkan aktivitas H_3O^+ dan basa meningkatkan aktivitas OH^- dalam air. Praktikum, simulasi, dan argumentasi memberi ruang untuk menguji klaim dengan data. Kegiatan harus dirancang agar variabel, prediksi, ketidakpastian, dan batas model dibahas secara eksplisit. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa asam dianggap mengandung H dan basa mengandung OH secara literal tanpa konteks. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti HCl, NaOH, dan NH_3 dalam air dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi H_3O^+ , OH^- . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi ionisasi dalam air. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

16.7.20 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut

Secara epistemologis, teori asam-basa arrhenius dipahami sebagai asam meningkatkan aktivitas H_3O^+ dan basa meningkatkan aktivitas OH^- dalam air. Perubahan konseptual dinilai melalui transfer ke masalah baru dan retensi setelah jeda waktu. Tindak lanjut harus membedakan penguasaan prosedur dari kemampuan menjelaskan dan mengevaluasi bukti. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa asam dianggap mengandung H dan basa mengandung OH secara literal tanpa konteks. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang

diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti HCl, NaOH, dan NH₃ dalam air dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi H₃O⁺, OH⁻. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi ionisasi dalam air. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk teori asam-basa Arrhenius perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Ringkasan Diagnostik 16.7

- Konsep sasaran: asam meningkatkan aktivitas H₃O⁺ dan basa meningkatkan aktivitas OH⁻ dalam air.
- Miskonsepsi prioritas: asam dianggap mengandung H dan basa mengandung OH secara literal tanpa konteks.
- Representasi minimum: fenomena HCl, NaOH, dan NH₃ dalam air, model partikel, dan simbol H₃O⁺, OH⁻.

- Bukti minimum: satu pertanyaan terbuka, satu butir bertingkat, satu tugas representasi, dan satu konteks transfer.
- Keputusan pedagogis: remediasi didasarkan pada pola alasan dan keyakinan, bukan pada skor tunggal.

16.8 Teori Brønsted-Lowry

Subbab ini memusatkan perhatian pada teori brønsted-lowry sebagai bagian dari jejaring konsep bab. Tujuannya adalah membangun definisi yang presisi, mengidentifikasi batas penerapan, mengungkap pola miskonsepsi, dan menyediakan perangkat diagnosis serta remediasi yang dapat diterapkan di kelas XI.

16.8.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep

Ketika peserta didik memecahkan soal, teori brønsted-lowry dipahami sebagai asam donor proton dan basa akseptor proton dalam pasangan konjugasi. Penjelasan harus dimulai dari definisi yang dapat dioperasionalkan dalam pengamatan, perhitungan, dan komunikasi ilmiah. Batas konsep perlu dinyatakan agar istilah yang berdekatan tidak saling dipertukarkan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa asam dan basa dianggap sifat mutlak satu zat tanpa pasangan reaksi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi NH_3 dengan H_2O dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\text{HA} + \text{B} \rightleftharpoons \text{A}^- + \text{BH}^+$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi proton transfer dan kesetimbangan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk teori brønsted-lowry perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

16.8.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi proton transfer dan kesetimbangan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk teori brønsted-lowry perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai

bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Untuk mencegah hafalan tanpa makna, teori brønsted-lowry dipahami sebagai asam donor proton dan basa akseptor proton dalam pasangan konjugasi. Konsep ini berada dalam jejaring pengetahuan, bukan unit hafalan yang berdiri sendiri. Prasyarat yang rapuh akan membuat peserta didik menggunakan aturan permukaan sebagai pengganti penalaran. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa asam dan basa dianggap sifat mutlak satu zat tanpa pasangan reaksi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi NH_3 dengan H_2O dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\text{HA} + \text{B} \rightleftharpoons \text{A}^- + \text{BH}^+$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

16.8.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan

Remediasi untuk teori brønsted-lowry perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam pembelajaran kimia SMA, teori brønsted-lowry dipahami sebagai asam donor proton dan basa akseptor proton dalam pasangan konjugasi. Fenomena makroskopik berfungsi sebagai sumber bukti, tetapi tidak dengan sendirinya menjelaskan mekanisme. Pengamatan harus dipisahkan dari inferensi agar peserta didik tidak menganggap kesan inderawi sebagai definisi ilmiah. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa asam dan basa dianggap sifat mutlak satu zat tanpa pasangan reaksi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi NH_3 dengan H_2O dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\text{HA}+\text{B}\rightleftharpoons\text{A}^{-}+\text{BH}^{+}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi proton transfer dan kesetimbangan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

16.8.4 Model Submikroskopik

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa asam dan basa dianggap sifat mutlak satu zat tanpa pasangan reaksi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi NH_3 dengan H_2O dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\text{HA}+\text{B}\rightleftharpoons\text{A}^{-}+\text{BH}^{+}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi proton transfer dan kesetimbangan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan

tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk teori brønsted-lowry perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dari sudut pandang pedagogical content knowledge, teori brønsted-lowry dipahami sebagai asam donor proton dan basa akseptor proton dalam pasangan konjugasi. Model submikroskopik menjelaskan perilaku partikel, interaksi, distribusi, dan perubahan yang tidak tampak langsung. Model harus disebut sebagai representasi dengan asumsi dan keterbatasan, bukan foto literal realitas. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

16.8.5 Bahasa Simbolik dan Matematis

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk teori brønsted-lowry perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus

menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat makroskopik, teori brønsted-lowry dipahami sebagai asam donor proton dan basa akseptor proton dalam pasangan konjugasi. Simbol dan persamaan memadatkan hubungan kuantitatif, tetapi setiap tanda harus dihubungkan dengan makna fisisnya. Manipulasi aljabar tanpa interpretasi satuan, tanda, dan kondisi mudah menghasilkan jawaban benar secara kebetulan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa asam dan basa dianggap sifat mutlak satu zat tanpa pasangan reaksi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi NH_3 dengan H_2O dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\text{HA} + \text{B} \rightleftharpoons \text{A}^- + \text{BH}^+$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi proton transfer dan kesetimbangan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

16.8.6 Koordinasi Antarrepresentasi

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat submikroskopik, teori brønsted-lowry dipahami sebagai asam donor proton dan basa akseptor proton dalam pasangan konjugasi. Pemahaman matang tampak ketika peserta didik dapat berpindah konsisten antara fenomena, partikel, simbol, grafik, dan bahasa verbal. Ketidakselarasan antarrepresentasi merupakan indikator penting adanya pengetahuan yang terfragmentasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa asam dan basa dianggap sifat mutlak satu zat tanpa pasangan reaksi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi NH_3 dengan H_2O dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\text{HA} + \text{B} \rightleftharpoons \text{A}^- + \text{BH}^+$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi proton transfer dan kesetimbangan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk teori brønsted-lowry perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

16.8.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas

Konteks seperti reaksi NH_3 dengan H_2O dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\text{HA} + \text{B} \rightleftharpoons \text{A}^- + \text{BH}^+$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi proton transfer dan kesetimbangan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat

untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk teori brønsted-lowry perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam representasi simbolik, teori brønsted-lowry dipahami sebagai asam donor proton dan basa akseptor proton dalam pasangan konjugasi. Contoh positif perlu dipasangkan dengan noncontoh dan kasus batas supaya kategori tidak dibangun dari satu ciri dangkal. Kasus batas menuntut peserta didik menjelaskan alasan, kondisi, dan tingkat idealisasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa asam dan basa dianggap sifat mutlak satu zat tanpa pasangan reaksi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

16.8.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya,

jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk teori brønsted-lowry perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara diagnostik, teori brønsted-lowry dipahami sebagai asam donor proton dan basa akseptor proton dalam pasangan konjugasi. Miskonsepsi inti biasanya masuk akal dari sudut pengalaman awal sehingga tidak efektif hanya diberi label salah. Guru perlu menemukan aturan intuitif yang digunakan dan menunjukkan di mana aturan itu gagal. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa asam dan basa dianggap sifat mutlak satu zat tanpa pasangan reaksi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi NH_3 dengan H_2O dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\text{HA} + \text{B} \rightleftharpoons \text{A}^- + \text{BH}^+$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi proton transfer dan kesetimbangan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

16.8.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif

Secara epistemologis, teori brønsted-lowry dipahami sebagai asam donor proton dan basa akseptor proton dalam pasangan konjugasi. Satu jawaban salah dapat muncul dari beberapa pola penalaran alternatif yang berbeda. Variasi respons perlu dipetakan berdasarkan alasan, representasi, dan tingkat keyakinan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa asam dan basa dianggap sifat mutlak satu zat tanpa pasangan reaksi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi NH_3 dengan H_2O dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\text{HA} + \text{B} \rightleftharpoons \text{A}^- + \text{BH}^+$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi proton transfer dan kesetimbangan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk teori brønsted-lowry perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai

bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

16.8.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi proton transfer dan kesetimbangan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk teori brønsted-lowry perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam konteks laboratorium, teori brønsted-lowry dipahami sebagai asam donor proton dan basa akseptor proton dalam pasangan konjugasi. Bahasa sehari-hari sering menggunakan kata yang sama dengan makna berbeda dari terminologi ilmiah. Peralihan register bahasa harus diajarkan eksplisit agar istilah familiar tidak membawa asumsi yang keliru. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa asam dan basa dianggap sifat mutlak satu zat tanpa pasangan reaksi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi NH_3 dengan H_2O dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\text{HA} + \text{B} \rightleftharpoons \text{A}^- + \text{BH}^+$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

16.8.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi

Remediasi untuk teori brønsted-lowry perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Ketika peserta didik memecahkan soal, teori brønsted-lowry dipahami sebagai asam donor proton dan basa akseptor proton dalam pasangan konjugasi. Gambar dan analogi dapat membantu sekaligus menyesatkan bila fitur pemetaan dan batasnya tidak dijelaskan. Peserta didik perlu diminta menyebut bagian analogi yang sesuai dan yang tidak sesuai. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa asam dan basa dianggap sifat mutlak satu zat tanpa pasangan reaksi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi NH_3 dengan H_2O dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\text{HA} + \text{B} \rightleftharpoons \text{A}^- + \text{BH}^+$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi proton transfer dan kesetimbangan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini

konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

16.8.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa asam dan basa dianggap sifat mutlak satu zat tanpa pasangan reaksi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi NH_3 dengan H_2O dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\text{HA} + \text{B} \rightleftharpoons \text{A}^- + \text{BH}^+$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi proton transfer dan kesetimbangan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk teori brønsted-lowry perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus

menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Untuk mencegah hafalan tanpa makna, teori brønsted-lowry dipahami sebagai asam donor proton dan basa akseptor proton dalam pasangan konjugasi. Urutan buku teks, penyederhanaan guru, dan latihan algoritmik dapat memperkuat miskonsepsi secara tidak sengaja. Audit representasi dan bahasa pengajaran diperlukan sebelum menyalahkan peserta didik. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

16.8.13 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk teori brønsted-lowry perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam pembelajaran kimia SMA, teori brønsted-lowry dipahami sebagai asam donor proton dan basa akseptor proton dalam pasangan konjugasi. Pertanyaan terbuka harus memancing prediksi, alasan, bukti, dan penjelasan mekanistik. Respons tertulis sebaiknya ditindaklanjuti dengan pertanyaan klarifikasi singkat. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa asam dan basa dianggap sifat mutlak satu zat tanpa pasangan reaksi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi NH_3 dengan H_2O dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\text{HA} + \text{B} \rightleftharpoons \text{A}^- + \text{BH}^+$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi proton transfer dan kesetimbangan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

16.8.14 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dari sudut pandang pedagogical content knowledge, teori brønsted-lowry dipahami sebagai asam donor proton dan basa akseptor proton dalam pasangan konjugasi. Tes bertingkat memisahkan pilihan jawaban, alasan, dan keyakinan sehingga tebakan dapat dibedakan dari pemahaman. Distraktor harus berasal dari pola konsepsi yang benar-benar ditemukan dalam wawancara atau literatur. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa asam dan basa dianggap sifat mutlak satu zat tanpa pasangan reaksi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi NH_3 dengan H_2O dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\text{HA} + \text{B} \rightleftharpoons \text{A}^- + \text{BH}^+$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi proton transfer dan kesetimbangan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya

dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk teori brønsted-lowry perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

16.8.15 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain

Konteks seperti reaksi NH_3 dengan H_2O dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\text{HA} + \text{B} \rightleftharpoons \text{A}^- + \text{BH}^+$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi proton transfer dan kesetimbangan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya,

jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk teori brønsted-lowry perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat makroskopik, teori brønsted-lowry dipahami sebagai asam donor proton dan basa akseptor proton dalam pasangan konjugasi. Tugas menggambar dan Predict-Observe-Explain mengungkap hubungan antara model mental dan fenomena. Perbedaan prediksi dan observasi tidak otomatis mengubah konsep tanpa fase penjelasan dan rekonsiliasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa asam dan basa dianggap sifat mutlak satu zat tanpa pasangan reaksi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

16.8.16 Analisis Respons dan Peta Bukti

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk teori brønsted-lowry perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat submikroskopik, teori brønsted-lowry dipahami sebagai asam donor proton dan basa akseptor proton dalam pasangan konjugasi. Analisis respons perlu menggunakan peta

bukti, bukan keputusan berdasarkan satu butir. Konsistensi lintas konteks, representasi, dan waktu menentukan kuat-lemahnya klaim diagnostik. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa asam dan basa dianggap sifat mutlak satu zat tanpa pasangan reaksi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi NH_3 dengan H_2O dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\text{HA} + \text{B} \rightleftharpoons \text{A}^- + \text{BH}^+$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi proton transfer dan kesetimbangan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

16.8.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah

Dalam representasi simbolik, teori brønsted-lowry dipahami sebagai asam donor proton dan basa akseptor proton dalam pasangan konjugasi. Konflik kognitif efektif bila anomali dipahami, relevan, dan diikuti model alternatif yang lebih produktif. Kejutan tanpa dukungan dapat membuat peserta didik mengabaikan data atau menghafal pengecualian. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa asam dan basa dianggap sifat mutlak satu zat tanpa pasangan reaksi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi NH_3 dengan H_2O dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke

representasi $HA+B \rightleftharpoons A^-+BH^+$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi proton transfer dan kesetimbangan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk teori brønsted-lowry perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

16.8.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi proton transfer dan kesetimbangan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh

Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk teori brønsted-lowry perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara diagnostik, teori brønsted-lowry dipahami sebagai asam donor proton dan basa akseptor proton dalam pasangan konjugasi. Representasi majemuk harus dikoordinasikan, bukan sekadar ditampilkan berdampingan. Prompt penghubung perlu menanyakan apa yang tetap, berubah, dan diwakili pada setiap bentuk. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa asam dan basa dianggap sifat mutlak satu zat tanpa pasangan reaksi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi NH_3 dengan H_2O dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\text{HA} + \text{B} \rightleftharpoons \text{A}^- + \text{BH}^+$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

16.8.19 Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif

Remediasi untuk teori brønsted-lowry perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai

bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara epistemologis, teori brønsted-lowry dipahami sebagai asam donor proton dan basa akseptor proton dalam pasangan konjugasi. Praktikum, simulasi, dan argumentasi memberi ruang untuk menguji klaim dengan data. Kegiatan harus dirancang agar variabel, prediksi, ketidakpastian, dan batas model dibahas secara eksplisit. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa asam dan basa dianggap sifat mutlak satu zat tanpa pasangan reaksi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi NH_3 dengan H_2O dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\text{HA} + \text{B} \rightleftharpoons \text{A}^- + \text{BH}^+$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi proton transfer dan kesetimbangan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

16.8.20 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa asam dan basa dianggap sifat mutlak satu zat tanpa pasangan reaksi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk

data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti reaksi NH_3 dengan H_2O dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\text{HA} + \text{B} \rightleftharpoons \text{A}^- + \text{BH}^+$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi proton transfer dan kesetimbangan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk teori brønsted-lowry perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam konteks laboratorium, teori brønsted-lowry dipahami sebagai asam donor proton dan basa akseptor proton dalam pasangan konjugasi. Perubahan konseptual dinilai melalui transfer ke masalah baru dan retensi setelah jeda waktu. Tindak lanjut harus membedakan penguasaan prosedur dari kemampuan menjelaskan dan mengevaluasi bukti. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Ringkasan Diagnostik 16.8

- Konsep sasaran: asam donor proton dan basa akseptor proton dalam pasangan konjugasi.
- Miskonsepsi prioritas: asam dan basa dianggap sifat mutlak satu zat tanpa pasangan reaksi.
- Representasi minimum: fenomena reaksi NH_3 dengan H_2O , model partikel, dan simbol $\text{HA} + \text{B} \rightleftharpoons \text{A}^- + \text{BH}^+$.
- Bukti minimum: satu pertanyaan terbuka, satu butir bertingkat, satu tugas representasi, dan satu konteks transfer.
- Keputusan pedagogis: remediasi didasarkan pada pola alasan dan keyakinan, bukan pada skor tunggal.

16.9 Teori Lewis

Subbab ini memusatkan perhatian pada teori lewis sebagai bagian dari jejaring konsep bab. Tujuannya adalah membangun definisi yang presisi, mengidentifikasi batas penerapan, mengungkap pola miskonsepsi, dan menyediakan perangkat diagnosis serta remediasi yang dapat diterapkan di kelas XI.

16.9.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa semua reaksi Lewis dianggap menghasilkan H^+ atau identik dengan redoks. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti $\text{BF}_3\text{-NH}_3$ dan kompleksasi dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi aduk Lewis. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi pasangan elektron dan ikatan koordinasi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk teori lewis perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Untuk mencegah hafalan tanpa makna, teori lewis dipahami sebagai asam menerima pasangan elektron dan basa menyumbangkan pasangan elektron. Penjelasan harus dimulai dari definisi yang dapat dioperasionalkan dalam pengamatan, perhitungan, dan komunikasi ilmiah. Batas konsep perlu dinyatakan agar istilah yang berdekatan tidak saling dipertukarkan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

16.9.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk teori lewis perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai

bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam pembelajaran kimia SMA, teori lewis dipahami sebagai asam menerima pasangan elektron dan basa menyumbangkan pasangan elektron. Konsep ini berada dalam jejaring pengetahuan, bukan unit hafalan yang berdiri sendiri. Prasyarat yang rapuh akan membuat peserta didik menggunakan aturan permukaan sebagai pengganti penalaran. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa semua reaksi Lewis dianggap menghasilkan H^+ atau identik dengan redoks. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti BF_3-NH_3 dan kompleksasi dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi aduk Lewis. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi pasangan elektron dan ikatan koordinasi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

16.9.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dari sudut pandang pedagogical content knowledge, teori lewis dipahami sebagai asam menerima pasangan elektron dan basa menyumbangkan pasangan elektron. Fenomena makroskopik berfungsi sebagai sumber bukti, tetapi tidak dengan sendirinya menjelaskan mekanisme. Pengamatan harus dipisahkan dari inferensi agar peserta didik tidak menganggap kesan inderawi sebagai definisi ilmiah. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa semua reaksi Lewis dianggap menghasilkan H^+ atau identik dengan redoks. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti BF₃-NH₃ dan kompleksasi dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi aduk Lewis. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi pasangan elektron dan ikatan koordinasi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk teori lewis perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

16.9.4 Model Submikroskopik

Konteks seperti BF₃-NH₃ dan kompleksasi dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi aduk Lewis. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi pasangan elektron dan ikatan koordinasi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan

tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk teori lewis perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat makroskopik, teori lewis dipahami sebagai asam menerima pasangan elektron dan basa menyumbangkan pasangan elektron. Model submikroskopik menjelaskan perilaku partikel, interaksi, distribusi, dan perubahan yang tidak tampak langsung. Model harus disebut sebagai representasi dengan asumsi dan keterbatasan, bukan foto literal realitas. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa semua reaksi Lewis dianggap menghasilkan H^+ atau identik dengan redoks. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

16.9.5 Bahasa Simbolik dan Matematis

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk teori lewis perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya

jasas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat submikroskopik, teori lewis dipahami sebagai asam menerima pasangan elektron dan basa menyumbangkan pasangan elektron. Simbol dan persamaan memadatkan hubungan kuantitatif, tetapi setiap tanda harus dihubungkan dengan makna fisisnya. Manipulasi aljabar tanpa interpretasi satuan, tanda, dan kondisi mudah menghasilkan jawaban benar secara kebetulan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa semua reaksi Lewis dianggap menghasilkan H^+ atau identik dengan redoks. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti BF_3-NH_3 dan kompleksasi dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi aduk Lewis. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi pasangan elektron dan ikatan koordinasi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

16.9.6 Koordinasi Antarrepresentasi

Dalam representasi simbolik, teori lewis dipahami sebagai asam menerima pasangan elektron dan basa menyumbangkan pasangan elektron. Pemahaman matang tampak ketika peserta didik dapat berpindah konsisten antara fenomena, partikel, simbol, grafik, dan bahasa verbal. Ketidakselarasan antarrepresentasi merupakan indikator penting adanya pengetahuan yang

terfragmentasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa semua reaksi Lewis dianggap menghasilkan H^+ atau identik dengan redoks. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti BF_3-NH_3 dan kompleksasi dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi aduk Lewis. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi pasangan elektron dan ikatan koordinasi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk teori lewis perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

16.9.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi pasangan elektron dan ikatan koordinasi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk teori lewis perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara diagnostik, teori lewis dipahami sebagai asam menerima pasangan elektron dan basa menyumbangkan pasangan elektron. Contoh positif perlu dipasangkan dengan noncontoh dan kasus batas supaya kategori tidak dibangun dari satu ciri dangkal. Kasus batas menuntut peserta didik menjelaskan alasan, kondisi, dan tingkat idealisasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa semua reaksi Lewis dianggap menghasilkan H^+ atau identik dengan redoks. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti BF_3-NH_3 dan kompleksasi dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke

representasi aduk Lewis. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

16.9.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul

Remediasi untuk teori lewis perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara epistemologis, teori lewis dipahami sebagai asam menerima pasangan elektron dan basa menyumbangkan pasangan elektron. Miskonsepsi inti biasanya masuk akal dari sudut pengalaman awal sehingga tidak efektif hanya diberi label salah. Guru perlu menemukan aturan intuitif yang digunakan dan menunjukkan di mana aturan itu gagal. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa semua reaksi Lewis dianggap menghasilkan H^+ atau identik dengan redoks. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti BF_3-NH_3 dan kompleksasi dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi aduk Lewis. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi pasangan elektron dan ikatan koordinasi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh

Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

16.9.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa semua reaksi Lewis dianggap menghasilkan H^+ atau identik dengan redoks. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti BF_3-NH_3 dan kompleksasi dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi aduk Lewis. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi pasangan elektron dan ikatan koordinasi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk teori lewis perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam konteks laboratorium, teori lewis dipahami sebagai asam menerima pasangan elektron dan basa menyumbangkan pasangan elektron. Satu jawaban salah dapat muncul dari beberapa pola penalaran alternatif yang berbeda. Variasi respons perlu dipetakan berdasarkan alasan, representasi, dan tingkat keyakinan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

16.9.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk teori lewis perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Ketika peserta didik memecahkan soal, teori lewis dipahami sebagai asam menerima pasangan elektron dan basa menyumbangkan pasangan elektron. Bahasa sehari-hari sering menggunakan kata yang sama dengan makna berbeda dari terminologi ilmiah. Peralihan register bahasa harus diajarkan eksplisit agar istilah familiar tidak membawa asumsi yang keliru. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa semua reaksi Lewis dianggap menghasilkan H^+ atau identik dengan redoks. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau

bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti $\text{BF}_3\text{-NH}_3$ dan kompleksasi dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi aduk Lewis. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi pasangan elektron dan ikatan koordinasi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

16.9.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Untuk mencegah hafalan tanpa makna, teori Lewis dipahami sebagai asam menerima pasangan elektron dan basa menyumbangkan pasangan elektron. Gambar dan analogi dapat membantu sekaligus menyesatkan bila fitur pemetaan dan batasnya tidak dijelaskan. Peserta didik perlu diminta menyebut bagian analogi yang sesuai dan yang tidak sesuai. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa semua reaksi Lewis dianggap menghasilkan H^+ atau identik dengan redoks. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti $\text{BF}_3\text{-NH}_3$ dan kompleksasi dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi aduk Lewis. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi pasangan elektron dan ikatan koordinasi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk teori lewis perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

16.9.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran

Konteks seperti BF₃-NH₃ dan kompleksasi dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi aduk Lewis. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi pasangan elektron dan ikatan koordinasi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk teori lewis perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam pembelajaran kimia SMA, teori lewis dipahami sebagai asam menerima pasangan elektron dan basa menyumbangkan pasangan elektron. Urutan buku teks, penyederhanaan guru, dan latihan algoritmik dapat memperkuat miskonsepsi secara tidak sengaja. Audit representasi dan bahasa pengajaran diperlukan sebelum menyalahkan peserta didik. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa semua reaksi Lewis dianggap menghasilkan H^+ atau identik dengan redoks. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

16.9.13 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk teori lewis perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dari sudut pandang pedagogical content knowledge, teori lewis dipahami sebagai asam menerima pasangan elektron dan basa menyumbangkan pasangan elektron. Pertanyaan terbuka harus memancing prediksi, alasan, bukti, dan penjelasan mekanistik. Respons tertulis sebaiknya ditindaklanjuti dengan pertanyaan klarifikasi singkat. Pembahasan harus terus

menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa semua reaksi Lewis dianggap menghasilkan H^+ atau identik dengan redoks. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti BF_3-NH_3 dan kompleksasi dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi aduk Lewis. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi pasangan elektron dan ikatan koordinasi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

16.9.14 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan

Pada tingkat makroskopik, teori lewis dipahami sebagai asam menerima pasangan elektron dan basa menyumbangkan pasangan elektron. Tes bertingkat memisahkan pilihan jawaban, alasan, dan keyakinan sehingga tebakan dapat dibedakan dari pemahaman. Distraktor harus berasal dari pola konsepsi yang benar-benar ditemukan dalam wawancara atau literatur. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa semua reaksi Lewis dianggap menghasilkan H^+ atau identik dengan redoks. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti BF_3-NH_3 dan kompleksasi dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi aduk Lewis. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan

makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi pasangan elektron dan ikatan koordinasi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk teori lewis perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

16.9.15 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi pasangan elektron dan ikatan koordinasi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk teori lewis perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat submikroskopik, teori lewis dipahami sebagai asam menerima pasangan elektron dan basa menyumbangkan pasangan elektron. Tugas menggambar dan Predict-Observe-Explain mengungkap hubungan antara model mental dan fenomena. Perbedaan prediksi dan observasi tidak otomatis mengubah konsep tanpa fase penjelasan dan rekonsiliasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa semua reaksi Lewis dianggap menghasilkan H^+ atau identik dengan redoks. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti BF_3-NH_3 dan kompleksasi dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi aduk Lewis. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

16.9.16 Analisis Respons dan Peta Bukti

Remediasi untuk teori lewis perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai

bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam representasi simbolik, teori lewis dipahami sebagai asam menerima pasangan elektron dan basa menyumbangkan pasangan elektron. Analisis respons perlu menggunakan peta bukti, bukan keputusan berdasarkan satu butir. Konsistensi lintas konteks, representasi, dan waktu menentukan kuat-lemahnya klaim diagnostik. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa semua reaksi Lewis dianggap menghasilkan H^+ atau identik dengan redoks. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti BF_3-NH_3 dan kompleksasi dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi aduk Lewis. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi pasangan elektron dan ikatan koordinasi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

16.9.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa semua reaksi Lewis dianggap menghasilkan H^+ atau identik dengan redoks. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau

bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti BF₃-NH₃ dan kompleksasi dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi aduk Lewis. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi pasangan elektron dan ikatan koordinasi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk teori lewis perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara diagnostik, teori lewis dipahami sebagai asam menerima pasangan elektron dan basa menyumbangkan pasangan elektron. Konflik kognitif efektif bila anomali dipahami, relevan, dan diikuti model alternatif yang lebih produktif. Kejutan tanpa dukungan dapat membuat peserta didik mengabaikan data atau menghafal pengecualian. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

16.9.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk teori lewis perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara epistemologis, teori lewis dipahami sebagai asam menerima pasangan elektron dan basa menyumbangkan pasangan elektron. Representasi majemuk harus dikoordinasikan, bukan sekadar ditampilkan berdampingan. Prompt penghubung perlu menanyakan apa yang tetap, berubah, dan diwakili pada setiap bentuk. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa semua reaksi Lewis dianggap menghasilkan H^+ atau identik dengan redoks. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti BF_3-NH_3 dan kompleksasi dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi aduk Lewis. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi pasangan elektron dan ikatan koordinasi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil,

remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

16.9.19 Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam konteks laboratorium, teori lewis dipahami sebagai asam menerima pasangan elektron dan basa menyumbangkan pasangan elektron. Praktikum, simulasi, dan argumentasi memberi ruang untuk menguji klaim dengan data. Kegiatan harus dirancang agar variabel, prediksi, ketidakpastian, dan batas model dibahas secara eksplisit. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa semua reaksi Lewis dianggap menghasilkan H^+ atau identik dengan redoks. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti BF_3-NH_3 dan kompleksasi dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi aduk Lewis. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi pasangan elektron dan ikatan koordinasi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk teori lewis perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

16.9.20 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut

Konteks seperti BF₃-NH₃ dan kompleksasi dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi aduk Lewis. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi pasangan elektron dan ikatan koordinasi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk teori lewis perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Ketika peserta didik memecahkan soal, teori lewis dipahami sebagai asam menerima pasangan elektron dan basa menyumbangkan pasangan elektron. Perubahan konseptual dinilai melalui transfer ke masalah baru dan retensi setelah jeda waktu. Tindak lanjut harus membedakan

penguasaan prosedur dari kemampuan menjelaskan dan mengevaluasi bukti. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa semua reaksi Lewis dianggap menghasilkan H^+ atau identik dengan redoks. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Ringkasan Diagnostik 16.9

- Konsep sasaran: asam menerima pasangan elektron dan basa menyumbangkan pasangan elektron.
- Miskonsepsi prioritas: semua reaksi Lewis dianggap menghasilkan H^+ atau identik dengan redoks.
- Representasi minimum: fenomena BF_3-NH_3 dan kompleksasi, model partikel, dan simbol aduk Lewis.
- Bukti minimum: satu pertanyaan terbuka, satu butir bertingkat, satu tugas representasi, dan satu konteks transfer.
- Keputusan pedagogis: remediasi didasarkan pada pola alasan dan keyakinan, bukan pada skor tunggal.

16.10 Asam Kuat dan Asam Pekat

Subbab ini memusatkan perhatian pada asam kuat dan asam pekat sebagai bagian dari jejaring konsep bab. Tujuannya adalah membangun definisi yang presisi, mengidentifikasi batas penerapan, mengungkap pola miskonsepsi, dan menyediakan perangkat diagnosis serta remediasi yang dapat diterapkan di kelas XI.

16.10.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep

Konteks seperti HCl encer dan asam asetat pekat dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi K_a dan c . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi kesetimbangan dan konsentrasi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini

konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk asam kuat dan asam pekat perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam pembelajaran kimia SMA, asam kuat dan asam pekat dipahami sebagai kuat menyatakan kecenderungan ionisasi sedangkan pekat menyatakan banyaknya zat per volume. Penjelasan harus dimulai dari definisi yang dapat dioperasionalkan dalam pengamatan, perhitungan, dan komunikasi ilmiah. Batas konsep perlu dinyatakan agar istilah yang berdekatan tidak saling dipertukarkan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa asam kuat dianggap selalu pekat, korosif, atau berpH paling rendah tanpa data konsentrasi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

16.10.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk asam kuat dan asam pekat perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus

menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dari sudut pandang pedagogical content knowledge, asam kuat dan asam pekat dipahami sebagai kuat menyatakan kecenderungan ionisasi sedangkan pekat menyatakan banyaknya zat per volume. Konsep ini berada dalam jejaring pengetahuan, bukan unit hafalan yang berdiri sendiri. Prasyarat yang rapuh akan membuat peserta didik menggunakan aturan permukaan sebagai pengganti penalaran. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa asam kuat dianggap selalu pekat, korosif, atau berpH paling rendah tanpa data konsentrasi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti HCl encer dan asam asetat pekat dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi K_a dan c . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi kesetimbangan dan konsentrasi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

16.10.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan

Pada tingkat makroskopik, asam kuat dan asam pekat dipahami sebagai kuat menyatakan kecenderungan ionisasi sedangkan pekat menyatakan banyaknya zat per volume. Fenomena makroskopik berfungsi sebagai sumber bukti, tetapi tidak dengan sendirinya menjelaskan mekanisme. Pengamatan harus dipisahkan dari inferensi agar peserta didik tidak menganggap

kesan inderawi sebagai definisi ilmiah. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa asam kuat dianggap selalu pekat, korosif, atau berpH paling rendah tanpa data konsentrasi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti HCl encer dan asam asetat pekat dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi K_a dan c . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi kesetimbangan dan konsentrasi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk asam kuat dan asam pekat perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

16.10.4 Model Submikroskopik

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi kesetimbangan dan konsentrasi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk asam kuat dan asam pekat perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat submikroskopik, asam kuat dan asam pekat dipahami sebagai kuat menyatakan kecenderungan ionisasi sedangkan pekat menyatakan banyaknya zat per volume. Model submikroskopik menjelaskan perilaku partikel, interaksi, distribusi, dan perubahan yang tidak tampak langsung. Model harus disebut sebagai representasi dengan asumsi dan keterbatasan, bukan foto literal realitas. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa asam kuat dianggap selalu pekat, korosif, atau berpH paling rendah tanpa data konsentrasi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti HCl encer dan asam asetat pekat dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi K_a dan c . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

16.10.5 Bahasa Simbolik dan Matematis

Remediasi untuk asam kuat dan asam pekat perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam representasi simbolik, asam kuat dan asam pekat dipahami sebagai kuat menyatakan kecenderungan ionisasi sedangkan pekat menyatakan banyaknya zat per volume. Simbol dan persamaan memadatkan hubungan kuantitatif, tetapi setiap tanda harus dihubungkan dengan makna fisisnya. Manipulasi aljabar tanpa interpretasi satuan, tanda, dan kondisi mudah menghasilkan jawaban benar secara kebetulan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa asam kuat dianggap selalu pekat, korosif, atau berpH paling rendah tanpa data konsentrasi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti HCl encer dan asam asetat pekat dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi K_a dan c . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi kesetimbangan dan konsentrasi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

16.10.6 Koordinasi Antarrepresentasi

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa asam kuat dianggap selalu pekat, korosif, atau berpH paling rendah tanpa data konsentrasi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti HCl encer dan asam asetat pekat dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi Ka dan c. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi kesetimbangan dan konsentrasi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk asam kuat dan asam pekat perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara diagnostik, asam kuat dan asam pekat dipahami sebagai kuat menyatakan kecenderungan ionisasi sedangkan pekat menyatakan banyaknya zat per volume. Pemahaman matang tampak ketika peserta didik dapat berpindah konsisten antara fenomena, partikel, simbol, grafik, dan bahasa verbal. Ketidakselarasan antarrepresentasi merupakan indikator penting adanya pengetahuan yang terfragmentasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

16.10.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk asam kuat dan asam pekat perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara epistemologis, asam kuat dan asam pekat dipahami sebagai kuat menyatakan kecenderungan ionisasi sedangkan pekat menyatakan banyaknya zat per volume. Contoh positif

perlu dipasangkan dengan noncontoh dan kasus batas supaya kategori tidak dibangun dari satu ciri dangkal. Kasus batas menuntut peserta didik menjelaskan alasan, kondisi, dan tingkat idealisasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa asam kuat dianggap selalu pekat, korosif, atau berpH paling rendah tanpa data konsentrasi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti HCl encer dan asam asetat pekat dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi K_a dan c . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi kesetimbangan dan konsentrasi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

16.10.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam konteks laboratorium, asam kuat dan asam pekat dipahami sebagai kuat menyatakan kecenderungan ionisasi sedangkan pekat menyatakan banyaknya zat per volume. Miskonsepsi inti biasanya masuk akal dari sudut pengalaman awal sehingga tidak efektif hanya diberi label salah. Guru perlu menemukan aturan intuitif yang digunakan dan menunjukkan di mana aturan itu gagal. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa asam kuat dianggap selalu pekat, korosif, atau berpH paling rendah tanpa data konsentrasi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti HCl encer dan asam asetat pekat dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan

kemudian ke representasi Ka dan c. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi kesetimbangan dan konsentrasi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk asam kuat dan asam pekat perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

16.10.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif

Konteks seperti HCl encer dan asam asetat pekat dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi Ka dan c. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi kesetimbangan dan konsentrasi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh

Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk asam kuat dan asam pekat perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Ketika peserta didik memecahkan soal, asam kuat dan asam pekat dipahami sebagai kuat menyatakan kecenderungan ionisasi sedangkan pekat menyatakan banyaknya zat per volume. Satu jawaban salah dapat muncul dari beberapa pola penalaran alternatif yang berbeda. Variasi respons perlu dipetakan berdasarkan alasan, representasi, dan tingkat keyakinan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa asam kuat dianggap selalu pekat, korosif, atau berpH paling rendah tanpa data konsentrasi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

16.10.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk asam kuat dan asam pekat perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Untuk mencegah hafalan tanpa makna, asam kuat dan asam pekat dipahami sebagai kuat menyatakan kecenderungan ionisasi sedangkan pekat menyatakan banyaknya zat per volume. Bahasa sehari-hari sering menggunakan kata yang sama dengan makna berbeda dari terminologi ilmiah. Peralihan register bahasa harus diajarkan eksplisit agar istilah familiar tidak membawa asumsi yang keliru. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa asam kuat dianggap selalu pekat, korosif, atau berpH paling rendah tanpa data konsentrasi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti HCl encer dan asam asetat pekat dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi K_a dan c . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi kesetimbangan dan konsentrasi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

16.10.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi

Dalam pembelajaran kimia SMA, asam kuat dan asam pekat dipahami sebagai kuat menyatakan kecenderungan ionisasi sedangkan pekat menyatakan banyaknya zat per volume. Gambar dan analogi dapat membantu sekaligus menyesatkan bila fitur pemetaan dan batasnya tidak dijelaskan. Peserta didik perlu diminta menyebut bagian analogi yang sesuai dan yang tidak sesuai. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa asam kuat dianggap selalu pekat, korosif, atau berpH paling rendah tanpa data konsentrasi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti HCl encer dan asam asetat pekat dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi K_a dan c . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi kesetimbangan dan konsentrasi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk asam kuat dan asam pekat perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

16.10.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi kesetimbangan dan konsentrasi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat

untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk asam kuat dan asam pekat perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dari sudut pandang pedagogical content knowledge, asam kuat dan asam pekat dipahami sebagai kuat menyatakan kecenderungan ionisasi sedangkan pekat menyatakan banyaknya zat per volume. Urutan buku teks, penyederhanaan guru, dan latihan algoritmik dapat memperkuat miskonsepsi secara tidak sengaja. Audit representasi dan bahasa pengajaran diperlukan sebelum menyalahkan peserta didik. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa asam kuat dianggap selalu pekat, korosif, atau berpH paling rendah tanpa data konsentrasi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti HCl encer dan asam asetat pekat dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi K_a dan c . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

16.10.13 *Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka*

Remediasi untuk asam kuat dan asam pekat perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat makroskopik, asam kuat dan asam pekat dipahami sebagai kuat menyatakan kecenderungan ionisasi sedangkan pekat menyatakan banyaknya zat per volume. Pertanyaan terbuka harus memancing prediksi, alasan, bukti, dan penjelasan mekanistik. Respons tertulis sebaiknya ditindaklanjuti dengan pertanyaan klarifikasi singkat. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa asam kuat dianggap selalu pekat, korosif, atau berpH paling rendah tanpa data konsentrasi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti HCl encer dan asam asetat pekat dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi K_a dan c . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi kesetimbangan dan konsentrasi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

16.10.14 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa asam kuat dianggap selalu pekat, korosif, atau berpH paling rendah tanpa data konsentrasi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti HCl encer dan asam asetat pekat dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi Ka dan c. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi kesetimbangan dan konsentrasi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk asam kuat dan asam pekat perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat submikroskopik, asam kuat dan asam pekat dipahami sebagai kuat menyatakan kecenderungan ionisasi sedangkan pekat menyatakan banyaknya zat per volume. Tes bertingkat memisahkan pilihan jawaban, alasan, dan keyakinan sehingga tebakan dapat dibedakan dari pemahaman. Distraktor harus berasal dari pola konsepsi yang benar-benar ditemukan dalam wawancara atau literatur. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

16.10.15 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk asam kuat dan asam pekat perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam representasi simbolik, asam kuat dan asam pekat dipahami sebagai kuat menyatakan kecenderungan ionisasi sedangkan pekat menyatakan banyaknya zat per volume. Tugas menggambar dan Predict-Observe-Explain mengungkap hubungan antara model mental dan fenomena. Perbedaan prediksi dan observasi tidak otomatis mengubah konsep tanpa fase penjelasan dan rekonsiliasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa asam kuat dianggap selalu pekat, korosif, atau berpH paling rendah tanpa data konsentrasi. Anggapan tersebut dapat

bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti HCl encer dan asam asetat pekat dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi K_a dan c . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi kesetimbangan dan konsentrasi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

16.10.16 Analisis Respons dan Peta Bukti

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara diagnostik, asam kuat dan asam pekat dipahami sebagai kuat menyatakan kecenderungan ionisasi sedangkan pekat menyatakan banyaknya zat per volume. Analisis respons perlu menggunakan peta bukti, bukan keputusan berdasarkan satu butir. Konsistensi lintas konteks, representasi, dan waktu menentukan kuat-lemahnya klaim diagnostik. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa asam kuat dianggap selalu pekat, korosif, atau berpH paling rendah tanpa data konsentrasi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti HCl encer dan asam asetat pekat dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi K_a dan c . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi kesetimbangan dan konsentrasi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya

dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk asam kuat dan asam pekat perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

16.10.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah

Konteks seperti HCl encer dan asam asetat pekat dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi K_a dan c . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi kesetimbangan dan konsentrasi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya,

jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk asam kuat dan asam pekat perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara epistemologis, asam kuat dan asam pekat dipahami sebagai kuat menyatakan kecenderungan ionisasi sedangkan pekat menyatakan banyaknya zat per volume. Konflik kognitif efektif bila anomali dipahami, relevan, dan diikuti model alternatif yang lebih produktif. Kejutan tanpa dukungan dapat membuat peserta didik mengabaikan data atau menghafal pengecualian. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa asam kuat dianggap selalu pekat, korosif, atau berpH paling rendah tanpa data konsentrasi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

16.10.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk asam kuat dan asam pekat perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam konteks laboratorium, asam kuat dan asam pekat dipahami sebagai kuat menyatakan kecenderungan ionisasi sedangkan pekat menyatakan banyaknya zat per volume. Representasi majemuk harus dikoordinasikan, bukan sekadar ditampilkan berdampingan. Prompt penghubung perlu menanyakan apa yang tetap, berubah, dan diwakili pada setiap bentuk. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa asam kuat dianggap selalu pekat, korosif, atau berpH paling rendah tanpa data konsentrasi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti HCl encer dan asam asetat pekat dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi K_a dan c . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi kesetimbangan dan konsentrasi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

16.10.19 Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif

Ketika peserta didik memecahkan soal, asam kuat dan asam pekat dipahami sebagai kuat menyatakan kecenderungan ionisasi sedangkan pekat menyatakan banyaknya zat per volume. Praktikum, simulasi, dan argumentasi memberi ruang untuk menguji klaim dengan data. Kegiatan harus dirancang agar variabel, prediksi, ketidakpastian, dan batas model dibahas secara eksplisit. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa asam kuat dianggap selalu pekat, korosif, atau berpH paling rendah tanpa data konsentrasi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang

diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti HCl encer dan asam asetat pekat dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi Ka dan c. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi kesetimbangan dan konsentrasi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk asam kuat dan asam pekat perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

16.10.20 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi kesetimbangan dan konsentrasi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk asam kuat dan asam pekat perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Untuk mencegah hafalan tanpa makna, asam kuat dan asam pekat dipahami sebagai kuat menyatakan kecenderungan ionisasi sedangkan pekat menyatakan banyaknya zat per volume. Perubahan konseptual dinilai melalui transfer ke masalah baru dan retensi setelah jeda waktu. Tindak lanjut harus membedakan penguasaan prosedur dari kemampuan menjelaskan dan mengevaluasi bukti. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa asam kuat dianggap selalu pekat, korosif, atau berpH paling rendah tanpa data konsentrasi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti HCl encer dan asam asetat pekat dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi K_a dan c . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Ringkasan Diagnostik 16.10

- Konsep sasaran: kuat menyatakan kecenderungan ionisasi sedangkan pekat menyatakan banyaknya zat per volume.
- Miskonsepsi prioritas: asam kuat dianggap selalu pekat, korosif, atau berpH paling rendah tanpa data konsentrasi.
- Representasi minimum: fenomena HCl encer dan asam asetat pekat, model partikel, dan simbol K_a dan c .
- Bukti minimum: satu pertanyaan terbuka, satu butir bertingkat, satu tugas representasi, dan satu konteks transfer.
- Keputusan pedagogis: remediasi didasarkan pada pola alasan dan keyakinan, bukan pada skor tunggal.

16.11 Basa Kuat dan Basa Pekat

Subbab ini memusatkan perhatian pada basa kuat dan basa pekat sebagai bagian dari jejaring konsep bab. Tujuannya adalah membangun definisi yang presisi, mengidentifikasi batas penerapan, mengungkap pola miskonsepsi, dan menyediakan perangkat diagnosis serta remediasi yang dapat diterapkan di kelas XI.

16.11.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi konsentrasi dan ionisasi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk basa kuat dan basa pekat perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dari sudut pandang pedagogical content knowledge, basa kuat dan basa pekat dipahami sebagai pembedaan kekuatan ionisasi/dissosiasi dari konsentrasi analitik. Penjelasan harus dimulai dari definisi yang dapat dioperasionalkan dalam pengamatan, perhitungan, dan komunikasi ilmiah. Batas konsep perlu dinyatakan agar istilah yang berdekatan tidak saling dipertukarkan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa basa kuat dianggap selalu lebih pekat atau lebih berbahaya. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti NaOH encer dan NH₃ pekat dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi Kb dan c. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

16.11.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat

Remediasi untuk basa kuat dan basa pekat perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat makroskopik, basa kuat dan basa pekat dipahami sebagai pembedaan kekuatan ionisasi/dissosiasi dari konsentrasi analitik. Konsep ini berada dalam jejaring pengetahuan, bukan unit hafalan yang berdiri sendiri. Prasyarat yang rapuh akan membuat peserta didik menggunakan aturan permukaan sebagai pengganti penalaran. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa basa kuat dianggap selalu lebih pekat atau lebih berbahaya. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah.

Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti NaOH encer dan NH_3 pekat dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi Kb dan c. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi konsentrasi dan ionisasi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

16.11.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa basa kuat dianggap selalu lebih pekat atau lebih berbahaya. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti NaOH encer dan NH_3 pekat dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi Kb dan c. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi konsentrasi dan ionisasi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk basa kuat dan basa pekat perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat submikroskopik, basa kuat dan basa pekat dipahami sebagai perbedaan kekuatan ionisasi/dissosiasi dari konsentrasi analitik. Fenomena makroskopik berfungsi sebagai sumber bukti, tetapi tidak dengan sendirinya menjelaskan mekanisme. Pengamatan harus dipisahkan dari inferensi agar peserta didik tidak menganggap kesan inderawi sebagai definisi ilmiah. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

16.11.4 Model Submikroskopik

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk basa kuat dan basa pekat perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam representasi simbolik, basa kuat dan basa pekat dipahami sebagai perbedaan kekuatan ionisasi/dissosiasi dari konsentrasi analitik. Model submikroskopik menjelaskan perilaku partikel, interaksi, distribusi, dan perubahan yang tidak tampak langsung. Model harus disebut sebagai representasi dengan asumsi dan keterbatasan, bukan foto literal realitas. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa basa kuat dianggap selalu lebih pekat atau lebih berbahaya. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti NaOH encer dan NH_3 pekat dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi Kb dan c. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi konsentrasi dan ionisasi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

16.11.5 Bahasa Simbolik dan Matematis

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara diagnostik, basa kuat dan basa pekat dipahami sebagai perbedaan kekuatan ionisasi/dissosiasi dari konsentrasi analitik. Simbol dan persamaan memadatkan hubungan kuantitatif, tetapi setiap tanda harus dihubungkan dengan makna fisisnya. Manipulasi aljabar tanpa interpretasi satuan, tanda, dan kondisi mudah menghasilkan jawaban benar secara

kebetulan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa basa kuat dianggap selalu lebih pekat atau lebih berbahaya. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti NaOH encer dan NH₃ pekat dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi Kb dan c. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi konsentrasi dan ionisasi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk basa kuat dan basa pekat perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

16.11.6 Koordinasi Antarrepresentasi

Konteks seperti NaOH encer dan NH₃ pekat dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi Kb dan c. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi konsentrasi dan ionisasi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk basa kuat dan basa pekat perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara epistemologis, basa kuat dan basa pekat dipahami sebagai pembedaan kekuatan ionisasi/dissosiasi dari konsentrasi analitik. Pemahaman matang tampak ketika peserta didik dapat berpindah konsisten antara fenomena, partikel, simbol, grafik, dan bahasa verbal. Ketidakselarasan antarrepresentasi merupakan indikator penting adanya pengetahuan yang terfragmentasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa basa kuat dianggap selalu lebih pekat atau lebih berbahaya. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

16.11.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan

beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk basa kuat dan basa pekat perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam konteks laboratorium, basa kuat dan basa pekat dipahami sebagai perbedaan kekuatan ionisasi/dissosiasi dari konsentrasi analitik. Contoh positif perlu dipasangkan dengan noncontoh dan kasus batas supaya kategori tidak dibangun dari satu ciri dangkal. Kasus batas menuntut peserta didik menjelaskan alasan, kondisi, dan tingkat idealisasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa basa kuat dianggap selalu lebih pekat atau lebih berbahaya. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti NaOH encer dan NH₃ pekat dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi Kb dan c. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi konsentrasi dan ionisasi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

16.11.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul

Ketika peserta didik memecahkan soal, basa kuat dan basa pekat dipahami sebagai perbedaan kekuatan ionisasi/dissosiasi dari konsentrasi analitik. Miskonsepsi inti biasanya masuk akal dari sudut pengalaman awal sehingga tidak efektif hanya diberi label salah. Guru perlu menemukan aturan intuitif yang digunakan dan menunjukkan di mana aturan itu gagal. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa basa kuat dianggap selalu lebih pekat atau lebih berbahaya. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti NaOH encer dan NH₃ pekat dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi Kb dan c. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi konsentrasi dan ionisasi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk basa kuat dan basa pekat perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

16.11.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi konsentrasi dan ionisasi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk basa kuat dan basa pekat perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Untuk mencegah hafalan tanpa makna, basa kuat dan basa pekat dipahami sebagai pembedaan kekuatan ionisasi/dissosiasi dari konsentrasi analitik. Satu jawaban salah dapat muncul dari beberapa pola penalaran alternatif yang berbeda. Variasi respons perlu dipetakan berdasarkan alasan, representasi, dan tingkat keyakinan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa basa kuat dianggap selalu lebih pekat atau lebih berbahaya. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah.

Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti NaOH encer dan NH_3 pekat dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi Kb dan c. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

16.11.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari

Remediasi untuk basa kuat dan basa pekat perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam pembelajaran kimia SMA, basa kuat dan basa pekat dipahami sebagai perbedaan kekuatan ionisasi/dissosiasi dari konsentrasi analitik. Bahasa sehari-hari sering menggunakan kata yang sama dengan makna berbeda dari terminologi ilmiah. Peralihan register bahasa harus diajarkan eksplisit agar istilah familiar tidak membawa asumsi yang keliru. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa basa kuat dianggap selalu lebih pekat atau lebih berbahaya. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti NaOH encer dan NH_3 pekat dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi Kb dan c. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi konsentrasi dan ionisasi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

16.11.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa basa kuat dianggap selalu lebih pekat atau lebih berbahaya. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti NaOH encer dan NH_3 pekat dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi Kb dan c. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi konsentrasi dan ionisasi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk basa kuat dan basa pekat perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dari sudut pandang pedagogical content knowledge, basa kuat dan basa pekat dipahami sebagai perbedaan kekuatan ionisasi/dissosiasi dari konsentrasi analitik. Gambar dan analogi dapat membantu sekaligus menyesatkan bila fitur pemetaan dan batasnya tidak dijelaskan. Peserta didik perlu diminta menyebut bagian analogi yang sesuai dan yang tidak sesuai. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

16.11.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk basa kuat dan basa pekat perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat makroskopik, basa kuat dan basa pekat dipahami sebagai perbedaan kekuatan ionisasi/dissosiasi dari konsentrasi analitik. Urutan buku teks, penyederhanaan guru, dan latihan algoritmik dapat memperkuat miskonsepsi secara tidak sengaja. Audit representasi dan

bahasa pengajaran diperlukan sebelum menyalahkan peserta didik. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa basa kuat dianggap selalu lebih pekat atau lebih berbahaya. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti NaOH encer dan NH_3 pekat dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi Kb dan c. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi konsentrasi dan ionisasi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

16.11.13 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat submikroskopik, basa kuat dan basa pekat dipahami sebagai perbedaan kekuatan ionisasi/dissosiasi dari konsentrasi analitik. Pertanyaan terbuka harus memancing prediksi, alasan, bukti, dan penjelasan mekanistik. Respons tertulis sebaiknya ditindaklanjuti dengan pertanyaan klarifikasi singkat. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa basa kuat dianggap selalu lebih pekat atau lebih berbahaya. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti NaOH encer dan NH_3 pekat dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi Kb dan c. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi konsentrasi dan ionisasi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk basa kuat dan basa pekat perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

16.11.14 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan

Konteks seperti NaOH encer dan NH₃ pekat dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi Kb dan c. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi konsentrasi dan ionisasi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk basa kuat dan basa pekat perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam representasi simbolik, basa kuat dan basa pekat dipahami sebagai pembedaan kekuatan ionisasi/dissosiasi dari konsentrasi analitik. Tes bertingkat memisahkan pilihan jawaban, alasan, dan keyakinan sehingga tebakan dapat dibedakan dari pemahaman. Distraktor harus berasal dari pola konsepsi yang benar-benar ditemukan dalam wawancara atau literatur. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa basa kuat dianggap selalu lebih pekat atau lebih berbahaya. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

16.11.15 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk basa kuat dan basa pekat perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai

bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara diagnostik, basa kuat dan basa pekat dipahami sebagai perbedaan kekuatan ionisasi/dissosiasi dari konsentrasi analitik. Tugas menggambar dan Predict-Observe-Explain mengungkap hubungan antara model mental dan fenomena. Perbedaan prediksi dan observasi tidak otomatis mengubah konsep tanpa fase penjelasan dan rekonsiliasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa basa kuat dianggap selalu lebih pekat atau lebih berbahaya. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti NaOH encer dan NH₃ pekat dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi Kb dan c. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi konsentrasi dan ionisasi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

16.11.16 Analisis Respons dan Peta Bukti

Secara epistemologis, basa kuat dan basa pekat dipahami sebagai perbedaan kekuatan ionisasi/dissosiasi dari konsentrasi analitik. Analisis respons perlu menggunakan peta bukti, bukan keputusan berdasarkan satu butir. Konsistensi lintas konteks, representasi, dan waktu menentukan kuat-lemahnya klaim diagnostik. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa basa kuat dianggap selalu lebih pekat atau lebih berbahaya. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah.

Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti NaOH encer dan NH_3 pekat dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi Kb dan c. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi konsentrasi dan ionisasi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk basa kuat dan basa pekat perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

16.11.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi konsentrasi dan ionisasi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk basa kuat dan basa pekat perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam konteks laboratorium, basa kuat dan basa pekat dipahami sebagai perbedaan kekuatan ionisasi/dissosiasi dari konsentrasi analitik. Konflik kognitif efektif bila anomali dipahami, relevan, dan diikuti model alternatif yang lebih produktif. Kejutan tanpa dukungan dapat membuat peserta didik mengabaikan data atau menghafal pengecualian. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa basa kuat dianggap selalu lebih pekat atau lebih berbahaya. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti NaOH encer dan NH₃ pekat dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi Kb dan c. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

16.11.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk

Remediasi untuk basa kuat dan basa pekat perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan

membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Ketika peserta didik memecahkan soal, basa kuat dan basa pekat dipahami sebagai perbedaan kekuatan ionisasi/dissosiasi dari konsentrasi analitik. Representasi majemuk harus dikoordinasikan, bukan sekadar ditampilkan berdampingan. Prompt penghubung perlu menanyakan apa yang tetap, berubah, dan diwakili pada setiap bentuk. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa basa kuat dianggap selalu lebih pekat atau lebih berbahaya. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti NaOH encer dan NH_3 pekat dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi Kb dan c. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi konsentrasi dan ionisasi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

16.11.19 *Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif*

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa basa kuat dianggap selalu lebih pekat atau lebih berbahaya. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti NaOH encer dan NH_3 pekat dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi Kb dan c. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi konsentrasi dan ionisasi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk basa kuat dan basa pekat perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Untuk mencegah hafalan tanpa makna, basa kuat dan basa pekat dipahami sebagai perbedaan kekuatan ionisasi/dissosiasi dari konsentrasi analitik. Praktikum, simulasi, dan argumentasi memberi ruang untuk menguji klaim dengan data. Kegiatan harus dirancang agar variabel,

prediksi, ketidakpastian, dan batas model dibahas secara eksplisit. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

16.11.20 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk basa kuat dan basa pekat perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam pembelajaran kimia SMA, basa kuat dan basa pekat dipahami sebagai perbedaan kekuatan ionisasi/dissosiasi dari konsentrasi analitik. Perubahan konseptual dinilai melalui transfer ke masalah baru dan retensi setelah jeda waktu. Tindak lanjut harus membedakan penguasaan prosedur dari kemampuan menjelaskan dan mengevaluasi bukti. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa basa kuat dianggap selalu lebih pekat atau lebih berbahaya. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti NaOH encer dan NH₃ pekat dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi Kb dan c. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan

makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi konsentrasi dan ionisasi. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Ringkasan Diagnostik 16.11

- Konsep sasaran: pembedaan kekuatan ionisasi/dissosiasi dari konsentrasi analitik.
- Miskonsepsi prioritas: basa kuat dianggap selalu lebih pekat atau lebih berbahaya.
- Representasi minimum: fenomena NaOH encer dan NH₃ pekat, model partikel, dan simbol Kb dan c.
- Bukti minimum: satu pertanyaan terbuka, satu butir bertingkat, satu tugas representasi, dan satu konteks transfer.
- Keputusan pedagogis: remediasi didasarkan pada pola alasan dan keyakinan, bukan pada skor tunggal.

16.12 Derajat Ionisasi

Subbab ini memusatkan perhatian pada derajat ionisasi sebagai bagian dari jejaring konsep bab. Tujuannya adalah membangun definisi yang presisi, mengidentifikasi batas penerapan, mengungkap pola miskonsepsi, dan menyediakan perangkat diagnosis serta remediasi yang dapat diterapkan di kelas XI.

16.12.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk derajat ionisasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat makroskopik, derajat ionisasi dipahami sebagai fraksi zat awal yang berubah menjadi ion pada keadaan tertentu dan dipengaruhi konsentrasi serta kondisi. Penjelasan harus dimulai dari definisi yang dapat dioperasionalkan dalam pengamatan, perhitungan, dan komunikasi ilmiah. Batas konsep perlu dinyatakan agar istilah yang berdekatan tidak saling dipertukarkan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa derajat ionisasi dianggap konstanta tetap yang sama dengan K_a . Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti pengenceran elektrolit lemah dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\alpha = n_{\text{terion}}/n_{\text{awal}}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi rasio dan kesetimbangan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

16.12.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat submikroskopik, derajat ionisasi dipahami sebagai fraksi zat awal yang berubah menjadi ion pada keadaan tertentu dan dipengaruhi konsentrasi serta kondisi. Konsep ini berada dalam jejaring pengetahuan, bukan unit hafalan yang berdiri sendiri. Prasyarat yang rapuh akan membuat peserta didik menggunakan aturan permukaan sebagai pengganti penalaran. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa derajat ionisasi dianggap konstanta tetap yang sama dengan K_a . Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk

data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti pengenceran elektrolit lemah dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\alpha = n_{\text{terion}}/n_{\text{awal}}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi rasio dan kesetimbangan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk derajat ionisasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

16.12.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan

Konteks seperti pengenceran elektrolit lemah dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\alpha = n_{\text{terion}}/n_{\text{awal}}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi rasio dan kesetimbangan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk derajat ionisasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam representasi simbolik, derajat ionisasi dipahami sebagai fraksi zat awal yang berubah menjadi ion pada keadaan tertentu dan dipengaruhi konsentrasi serta kondisi. Fenomena makroskopik berfungsi sebagai sumber bukti, tetapi tidak dengan sendirinya menjelaskan mekanisme. Pengamatan harus dipisahkan dari inferensi agar peserta didik tidak menganggap kesan inderawi sebagai definisi ilmiah. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa derajat ionisasi dianggap konstanta tetap yang sama dengan K_a . Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

16.12.4 Model Submikroskopik

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk derajat ionisasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan

membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara diagnostik, derajat ionisasi dipahami sebagai fraksi zat awal yang berubah menjadi ion pada keadaan tertentu dan dipengaruhi konsentrasi serta kondisi. Model submikroskopik menjelaskan perilaku partikel, interaksi, distribusi, dan perubahan yang tidak tampak langsung. Model harus disebut sebagai representasi dengan asumsi dan keterbatasan, bukan foto literal realitas. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa derajat ionisasi dianggap konstanta tetap yang sama dengan K_a . Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti pengenceran elektrolit lemah dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\alpha = n_{\text{terion}}/n_{\text{awal}}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi rasio dan kesetimbangan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

16.12.5 Bahasa Simbolik dan Matematis

Secara epistemologis, derajat ionisasi dipahami sebagai fraksi zat awal yang berubah menjadi ion pada keadaan tertentu dan dipengaruhi konsentrasi serta kondisi. Simbol dan persamaan memadatkan hubungan kuantitatif, tetapi setiap tanda harus dihubungkan dengan makna fisisnya. Manipulasi aljabar tanpa interpretasi satuan, tanda, dan kondisi mudah menghasilkan

jawaban benar secara kebetulan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa derajat ionisasi dianggap konstanta tetap yang sama dengan K_a . Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti pengenceran elektrolit lemah dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\alpha = n_{\text{terion}}/n_{\text{awal}}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi rasio dan kesetimbangan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk derajat ionisasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

16.12.6 Koordinasi Antarrepresentasi

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi rasio dan kesetimbangan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk derajat ionisasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam konteks laboratorium, derajat ionisasi dipahami sebagai fraksi zat awal yang berubah menjadi ion pada keadaan tertentu dan dipengaruhi konsentrasi serta kondisi. Pemahaman matang tampak ketika peserta didik dapat berpindah konsisten antara fenomena, partikel, simbol, grafik, dan bahasa verbal. Ketidakselarasan antarrepresentasi merupakan indikator penting adanya pengetahuan yang terfragmentasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa derajat ionisasi dianggap konstanta tetap yang sama dengan K_a . Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti pengenceran elektrolit lemah dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\alpha = n_{\text{terion}}/n_{\text{awal}}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

16.12.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas

Remediasi untuk derajat ionisasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Ketika peserta didik memecahkan soal, derajat ionisasi dipahami sebagai fraksi zat awal yang berubah menjadi ion pada keadaan tertentu dan dipengaruhi konsentrasi serta kondisi. Contoh positif perlu dipasangkan dengan noncontoh dan kasus batas supaya kategori tidak dibangun dari satu ciri dangkal. Kasus batas menuntut peserta didik menjelaskan alasan, kondisi, dan tingkat idealisasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa derajat ionisasi dianggap konstanta tetap yang sama dengan K_a . Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti pengenceran elektrolit lemah dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\alpha = n_{\text{terion}}/n_{\text{awal}}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi rasio dan kesetimbangan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini

konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

16.12.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa derajat ionisasi dianggap konstanta tetap yang sama dengan K_a . Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti pengenceran elektrolit lemah dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\alpha = n_{\text{terion}}/n_{\text{awal}}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi rasio dan kesetimbangan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk derajat ionisasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus

menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Untuk mencegah hafalan tanpa makna, derajat ionisasi dipahami sebagai fraksi zat awal yang berubah menjadi ion pada keadaan tertentu dan dipengaruhi konsentrasi serta kondisi. Miskonsepsi ini biasanya masuk akal dari sudut pengalaman awal sehingga tidak efektif hanya diberi label salah. Guru perlu menemukan aturan intuitif yang digunakan dan menunjukkan di mana aturan itu gagal. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

16.12.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk derajat ionisasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam pembelajaran kimia SMA, derajat ionisasi dipahami sebagai fraksi zat awal yang berubah menjadi ion pada keadaan tertentu dan dipengaruhi konsentrasi serta kondisi. Satu jawaban salah dapat muncul dari beberapa pola penalaran alternatif yang berbeda. Variasi respons perlu dipetakan berdasarkan alasan, representasi, dan tingkat keyakinan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa derajat ionisasi dianggap konstanta tetap yang sama dengan K_a . Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti pengenceran elektrolit lemah dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\alpha = n_{\text{terion}}/n_{\text{awal}}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi rasio dan kesetimbangan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

16.12.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dari sudut pandang pedagogical content knowledge, derajat ionisasi dipahami sebagai fraksi zat awal yang berubah menjadi ion pada keadaan tertentu dan dipengaruhi konsentrasi serta kondisi. Bahasa sehari-hari sering menggunakan kata yang sama dengan makna berbeda dari terminologi ilmiah. Peralihan register bahasa harus diajarkan eksplisit agar istilah familiar tidak membawa asumsi yang keliru. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa derajat ionisasi dianggap konstanta tetap yang sama dengan K_a . Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti pengenceran elektrolit lemah dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\alpha = n_{\text{terion}}/n_{\text{awal}}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi rasio dan kesetimbangan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan

pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk derajat ionisasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

16.12.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi

Konteks seperti pengenceran elektrolit lemah dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\alpha = n_{\text{terion}}/n_{\text{awal}}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi rasio dan kesetimbangan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya,

jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk derajat ionisasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat makroskopik, derajat ionisasi dipahami sebagai fraksi zat awal yang berubah menjadi ion pada keadaan tertentu dan dipengaruhi konsentrasi serta kondisi. Gambar dan analogi dapat membantu sekaligus menyesatkan bila fitur pemetaan dan batasnya tidak dijelaskan. Peserta didik perlu diminta menyebut bagian analogi yang sesuai dan yang tidak sesuai. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa derajat ionisasi dianggap konstanta tetap yang sama dengan K_a . Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

16.12.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk derajat ionisasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat submikroskopik, derajat ionisasi dipahami sebagai fraksi zat awal yang berubah menjadi ion pada keadaan tertentu dan dipengaruhi konsentrasi serta kondisi. Urutan buku

teks, penyederhanaan guru, dan latihan algoritmik dapat memperkuat miskonsepsi secara tidak sengaja. Audit representasi dan bahasa pengajaran diperlukan sebelum menyalahkan peserta didik. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa derajat ionisasi dianggap konstanta tetap yang sama dengan K_a . Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti pengenceran elektrolit lemah dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\alpha = n_{\text{terion}}/n_{\text{awal}}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi rasio dan kesetimbangan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

16.12.13 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka

Dalam representasi simbolik, derajat ionisasi dipahami sebagai fraksi zat awal yang berubah menjadi ion pada keadaan tertentu dan dipengaruhi konsentrasi serta kondisi. Pertanyaan terbuka harus memancing prediksi, alasan, bukti, dan penjelasan mekanistik. Respons tertulis sebaiknya ditindaklanjuti dengan pertanyaan klarifikasi singkat. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa derajat ionisasi dianggap konstanta tetap yang sama dengan K_a . Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti pengenceran elektrolit lemah dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke

representasi $\alpha = n_{\text{terion}}/n_{\text{awal}}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi rasio dan kesetimbangan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk derajat ionisasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

16.12.14 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi rasio dan kesetimbangan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh

Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk derajat ionisasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara diagnostik, derajat ionisasi dipahami sebagai fraksi zat awal yang berubah menjadi ion pada keadaan tertentu dan dipengaruhi konsentrasi serta kondisi. Tes bertingkat memisahkan pilihan jawaban, alasan, dan keyakinan sehingga tebakan dapat dibedakan dari pemahaman. Distraktor harus berasal dari pola konsepsi yang benar-benar ditemukan dalam wawancara atau literatur. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa derajat ionisasi dianggap konstanta tetap yang sama dengan K_a . Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti pengenceran elektrolit lemah dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\alpha = n_{\text{terion}}/n_{\text{awal}}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

16.12.15 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain

Remediasi untuk derajat ionisasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara epistemologis, derajat ionisasi dipahami sebagai fraksi zat awal yang berubah menjadi ion pada keadaan tertentu dan dipengaruhi konsentrasi serta kondisi. Tugas menggambar dan Predict-Observe-Explain mengungkap hubungan antara model mental dan fenomena. Perbedaan prediksi dan observasi tidak otomatis mengubah konsep tanpa fase penjelasan dan rekonsiliasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa derajat ionisasi dianggap konstanta tetap yang sama dengan K_a . Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti pengenceran elektrolit lemah dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\alpha = n_{\text{terion}}/n_{\text{awal}}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi rasio dan kesetimbangan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

16.12.16 Analisis Respons dan Peta Bukti

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa derajat ionisasi dianggap konstanta tetap yang sama dengan K_a . Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi

jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti pengenceran elektrolit lemah dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\alpha = n_{\text{terion}}/n_{\text{awal}}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi rasio dan kesetimbangan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk derajat ionisasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam konteks laboratorium, derajat ionisasi dipahami sebagai fraksi zat awal yang berubah menjadi ion pada keadaan tertentu dan dipengaruhi konsentrasi serta kondisi. Analisis respons perlu menggunakan peta bukti, bukan keputusan berdasarkan satu butir. Konsistensi lintas konteks, representasi, dan waktu menentukan kuat-lemahnya klaim diagnostik. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

16.12.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk derajat ionisasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Ketika peserta didik memecahkan soal, derajat ionisasi dipahami sebagai fraksi zat awal yang berubah menjadi ion pada keadaan tertentu dan dipengaruhi konsentrasi serta kondisi. Konflik kognitif efektif bila anomali dipahami, relevan, dan diikuti model alternatif yang lebih produktif. Kejutan tanpa dukungan dapat membuat peserta didik mengabaikan data atau menghafal pengecualian. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa derajat ionisasi dianggap konstanta tetap yang sama dengan K_a . Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti pengenceran elektrolit lemah dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\alpha = n_{\text{terion}}/n_{\text{awal}}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi rasio dan kesetimbangan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk

memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

16.12.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Untuk mencegah hafalan tanpa makna, derajat ionisasi dipahami sebagai fraksi zat awal yang berubah menjadi ion pada keadaan tertentu dan dipengaruhi konsentrasi serta kondisi. Representasi majemuk harus dikoordinasikan, bukan sekadar ditampilkan berdampingan. Prompt penghubung perlu menanyakan apa yang tetap, berubah, dan diwakili pada setiap bentuk. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa derajat ionisasi dianggap konstanta tetap yang sama dengan K_a . Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti pengenceran elektrolit lemah dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\alpha = n_{\text{terion}}/n_{\text{awal}}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi rasio dan kesetimbangan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya,

jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk derajat ionisasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

16.12.19 Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif

Konteks seperti pengenceran elektrolit lemah dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\alpha = n_{\text{terion}}/n_{\text{awal}}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi rasio dan kesetimbangan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk derajat ionisasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam pembelajaran kimia SMA, derajat ionisasi dipahami sebagai fraksi zat awal yang berubah menjadi ion pada keadaan tertentu dan dipengaruhi konsentrasi serta kondisi. Praktikum, simulasi, dan argumentasi memberi ruang untuk menguji klaim dengan data. Kegiatan harus dirancang agar variabel, prediksi, ketidakpastian, dan batas model dibahas secara eksplisit. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa derajat ionisasi dianggap konstanta tetap yang sama dengan K_a . Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

16.12.20 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk derajat ionisasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dari sudut pandang pedagogical content knowledge, derajat ionisasi dipahami sebagai fraksi zat awal yang berubah menjadi ion pada keadaan tertentu dan dipengaruhi konsentrasi serta kondisi. Perubahan konseptual dinilai melalui transfer ke masalah baru dan retensi setelah jeda waktu. Tindak lanjut harus membedakan penguasaan prosedur dari kemampuan menjelaskan dan mengevaluasi bukti. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa derajat ionisasi dianggap konstanta tetap yang sama dengan K_a . Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti pengenceran elektrolit lemah dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke

representasi $\alpha = n_{\text{terion}}/n_{\text{awal}}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi rasio dan kesetimbangan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Ringkasan Diagnostik 16.12

- Konsep sasaran: fraksi zat awal yang berubah menjadi ion pada keadaan tertentu dan dipengaruhi konsentrasi serta kondisi.
- Miskonsepsi prioritas: derajat ionisasi dianggap konstanta tetap yang sama dengan K_a .
- Representasi minimum: fenomena pengenceran elektrolit lemah, model partikel, dan simbol $\alpha = n_{\text{terion}}/n_{\text{awal}}$.
- Bukti minimum: satu pertanyaan terbuka, satu butir bertingkat, satu tugas representasi, dan satu konteks transfer.
- Keputusan pedagogis: remediasi didasarkan pada pola alasan dan keyakinan, bukan pada skor tunggal.

16.13 Konsep pH dan pOH

Subbab ini memusatkan perhatian pada konsep pH dan pOH sebagai bagian dari jejaring konsep bab. Tujuannya adalah membangun definisi yang presisi, mengidentifikasi batas penerapan, mengungkap pola miskonsepsi, dan menyediakan perangkat diagnosis serta remediasi yang dapat diterapkan di kelas XI.

16.13.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk konsep pH dan pOH perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus

menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat submikroskopik, konsep pH dan pOH dipahami sebagai ukuran logaritmik aktivitas ion hidrogen dan hidroksida dengan batas idealisasi larutan encer. Penjelasan harus dimulai dari definisi yang dapat dioperasionalkan dalam pengamatan, perhitungan, dan komunikasi ilmiah. Batas konsep perlu dinyatakan agar istilah yang berdekatan tidak saling dipertukarkan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa pH dianggap jumlah ion H^+ atau selalu berada 0-14 pada semua kondisi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti larutan encer dan pekat dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $pH = -\log a_{H^+}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi logaritma dan aktivitas. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

16.13.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat

Dalam representasi simbolik, konsep pH dan pOH dipahami sebagai ukuran logaritmik aktivitas ion hidrogen dan hidroksida dengan batas idealisasi larutan encer. Konsep ini berada dalam jejaring pengetahuan, bukan unit hafalan yang berdiri sendiri. Prasyarat yang rapuh akan membuat peserta didik menggunakan aturan permukaan sebagai pengganti penalaran.

Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa pH dianggap jumlah ion H^+ atau selalu berada 0-14 pada semua kondisi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti larutan encer dan pekat dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $pH = -\log a_{H^+}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi logaritma dan aktivitas. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk konsep pH dan pOH perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

16.13.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi logaritma dan aktivitas. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk konsep pH dan pOH perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara diagnostik, konsep pH dan pOH dipahami sebagai ukuran logaritmik aktivitas ion hidrogen dan hidroksida dengan batas idealisasi larutan encer. Fenomena makroskopik berfungsi sebagai sumber bukti, tetapi tidak dengan sendirinya menjelaskan mekanisme. Pengamatan harus dipisahkan dari inferensi agar peserta didik tidak menganggap kesan inderawi sebagai definisi ilmiah. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa pH dianggap jumlah ion H^+ atau selalu berada 0-14 pada semua kondisi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti larutan encer dan pekat dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke

representasi $\text{pH} = -\log a_{\text{H}^+}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

16.13.4 Model Submikroskopik

Remediasi untuk konsep pH dan pOH perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara epistemologis, konsep pH dan pOH dipahami sebagai ukuran logaritmik aktivitas ion hidrogen dan hidroksida dengan batas idealisasi larutan encer. Model submikroskopik menjelaskan perilaku partikel, interaksi, distribusi, dan perubahan yang tidak tampak langsung. Model harus disebut sebagai representasi dengan asumsi dan keterbatasan, bukan foto literal realitas. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa pH dianggap jumlah ion H^+ atau selalu berada 0-14 pada semua kondisi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti larutan encer dan pekat dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\text{pH} = -\log a_{\text{H}^+}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi logaritma dan aktivitas. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh

Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

16.13.5 Bahasa Simbolik dan Matematis

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa pH dianggap jumlah ion H^+ atau selalu berada 0-14 pada semua kondisi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti larutan encer dan pekat dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $pH = -\log a_{H^+}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi logaritma dan aktivitas. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk konsep pH dan pOH perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam konteks laboratorium, konsep pH dan pOH dipahami sebagai ukuran logaritmik aktivitas ion hidrogen dan hidroksida dengan batas idealisasi larutan encer. Simbol dan persamaan memadatkan hubungan kuantitatif, tetapi setiap tanda harus dihubungkan dengan makna fisisnya. Manipulasi aljabar tanpa interpretasi satuan, tanda, dan kondisi mudah menghasilkan jawaban benar secara kebetulan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

16.13.6 Koordinasi Antarrepresentasi

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk konsep pH dan pOH perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Ketika peserta didik memecahkan soal, konsep pH dan pOH dipahami sebagai ukuran logaritmik aktivitas ion hidrogen dan hidroksida dengan batas idealisasi larutan encer. Pemahaman matang tampak ketika peserta didik dapat berpindah konsisten antara fenomena, partikel, simbol, grafik, dan bahasa verbal. Ketidakselarasan antarrepresentasi merupakan indikator penting adanya pengetahuan yang terfragmentasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa pH dianggap jumlah ion H^+ atau selalu berada 0-14 pada semua kondisi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti larutan encer dan pekat dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $pH = -\log a_{H^+}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi logaritma dan aktivitas. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

16.13.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Untuk mencegah hafalan tanpa makna, konsep pH dan pOH dipahami sebagai ukuran logaritmik aktivitas ion hidrogen dan hidroksida dengan batas idealisasi larutan encer. Contoh positif perlu dipasangkan dengan noncontoh dan kasus batas supaya kategori tidak dibangun dari satu ciri dangkal. Kasus batas menuntut peserta didik menjelaskan alasan, kondisi, dan tingkat idealisasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa pH dianggap jumlah ion H^+ atau selalu berada 0-14 pada semua kondisi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti larutan encer dan pekat dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $pH = -\log a_{H^+}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi logaritma dan aktivitas. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan

pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk konsep pH dan pOH perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

16.13.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul

Konteks seperti larutan encer dan pekat dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $pH = -\log a_{H^+}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi logaritma dan aktivitas. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya,

jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk konsep pH dan pOH perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam pembelajaran kimia SMA, konsep pH dan pOH dipahami sebagai ukuran logaritmik aktivitas ion hidrogen dan hidroksida dengan batas idealisasi larutan encer. Miskonsepsi ini biasanya masuk akal dari sudut pengalaman awal sehingga tidak efektif hanya diberi label salah. Guru perlu menemukan aturan intuitif yang digunakan dan menunjukkan di mana aturan itu gagal. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa pH dianggap jumlah ion H^+ atau selalu berada 0-14 pada semua kondisi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

16.13.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk konsep pH dan pOH perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dari sudut pandang pedagogical content knowledge, konsep pH dan pOH dipahami sebagai ukuran logaritmik aktivitas ion hidrogen dan hidroksida dengan batas idealisasi larutan encer.

Satu jawaban salah dapat muncul dari beberapa pola penalaran alternatif yang berbeda. Variasi respons perlu dipetakan berdasarkan alasan, representasi, dan tingkat keyakinan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa pH dianggap jumlah ion H^+ atau selalu berada 0-14 pada semua kondisi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti larutan encer dan pekat dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $pH = -\log a_{H^+}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi logaritma dan aktivitas. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

16.13.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari

Pada tingkat makroskopik, konsep pH dan pOH dipahami sebagai ukuran logaritmik aktivitas ion hidrogen dan hidroksida dengan batas idealisasi larutan encer. Bahasa sehari-hari sering menggunakan kata yang sama dengan makna berbeda dari terminologi ilmiah. Peralihan register bahasa harus diajarkan eksplisit agar istilah familiar tidak membawa asumsi yang keliru. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa pH dianggap jumlah ion H^+ atau selalu berada 0-14 pada semua kondisi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti larutan encer dan pekat dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke

representasi $\text{pH} = -\log a_{\text{H}^+}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi logaritma dan aktivitas. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk konsep pH dan pOH perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

16.13.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi logaritma dan aktivitas. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh

Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk konsep pH dan pOH perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat submikroskopik, konsep pH dan pOH dipahami sebagai ukuran logaritmik aktivitas ion hidrogen dan hidroksida dengan batas idealisasi larutan encer. Gambar dan analogi dapat membantu sekaligus menyesatkan bila fitur pemetaan dan batasnya tidak dijelaskan. Peserta didik perlu diminta menyebut bagian analogi yang sesuai dan yang tidak sesuai. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa pH dianggap jumlah ion H^+ atau selalu berada 0-14 pada semua kondisi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti larutan encer dan pekat dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $pH = -\log a_{H^+}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

16.13.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran

Remediasi untuk konsep pH dan pOH perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam representasi simbolik, konsep pH dan pOH dipahami sebagai ukuran logaritmik aktivitas ion hidrogen dan hidroksida dengan batas idealisasi larutan encer. Urutan buku teks, penyederhanaan guru, dan latihan algoritmik dapat memperkuat miskonsepsi secara tidak sengaja. Audit representasi dan bahasa pengajaran diperlukan sebelum menyalahkan peserta didik. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa pH dianggap jumlah ion H^+ atau selalu berada 0-14 pada semua kondisi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti larutan encer dan pekat dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $pH = -\log a_{H^+}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi logaritma dan aktivitas. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

16.13.13 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa pH dianggap jumlah ion H^+ atau selalu berada 0-14 pada semua kondisi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena

memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti larutan encer dan pekat dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\text{pH} = -\log a_{\text{H}^+}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi logaritma dan aktivitas. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk konsep pH dan pOH perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara diagnostik, konsep pH dan pOH dipahami sebagai ukuran logaritmik aktivitas ion hidrogen dan hidroksida dengan batas idealisasi larutan encer. Pertanyaan terbuka harus memancing prediksi, alasan, bukti, dan penjelasan mekanistik. Respons tertulis sebaiknya ditindaklanjuti dengan pertanyaan klarifikasi singkat. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

16.13.14 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk konsep pH dan pOH perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara epistemologis, konsep pH dan pOH dipahami sebagai ukuran logaritmik aktivitas ion hidrogen dan hidroksida dengan batas idealisasi larutan encer. Tes bertingkat memisahkan pilihan jawaban, alasan, dan keyakinan sehingga tebakan dapat dibedakan dari pemahaman. Distraktor harus berasal dari pola konsepsi yang benar-benar ditemukan dalam wawancara atau literatur. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa pH dianggap jumlah ion H^+ atau selalu berada 0-14 pada semua kondisi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti larutan encer dan pekat dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $pH = -\log a_{H^+}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi logaritma dan aktivitas. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk

memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

16.13.15 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam konteks laboratorium, konsep pH dan pOH dipahami sebagai ukuran logaritmik aktivitas ion hidrogen dan hidroksida dengan batas idealisasi larutan encer. Tugas menggambar dan Predict-Observe-Explain mengungkap hubungan antara model mental dan fenomena. Perbedaan prediksi dan observasi tidak otomatis mengubah konsep tanpa fase penjelasan dan rekonsiliasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa pH dianggap jumlah ion H^+ atau selalu berada 0-14 pada semua kondisi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti larutan encer dan pekat dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $pH = -\log a_{H^+}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi logaritma dan aktivitas. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya,

jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk konsep pH dan pOH perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

16.13.16 Analisis Respons dan Peta Bukti

Konteks seperti larutan encer dan pekat dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\text{pH} = -\log a_{\text{H}^+}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi logaritma dan aktivitas. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk konsep pH dan pOH perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Ketika peserta didik memecahkan soal, konsep pH dan pOH dipahami sebagai ukuran logaritmik aktivitas ion hidrogen dan hidroksida dengan batas idealisasi larutan encer. Analisis respons perlu menggunakan peta bukti, bukan keputusan berdasarkan satu butir. Konsistensi lintas konteks, representasi, dan waktu menentukan kuat-lemahnya klaim diagnostik. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa pH dianggap jumlah ion H^+ atau selalu berada 0-14 pada semua kondisi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

16.13.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk konsep pH dan pOH perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Untuk mencegah hafalan tanpa makna, konsep pH dan pOH dipahami sebagai ukuran logaritmik aktivitas ion hidrogen dan hidroksida dengan batas idealisasi larutan encer. Konflik kognitif efektif bila anomali dipahami, relevan, dan diikuti model alternatif yang lebih produktif. Kejutan tanpa dukungan dapat membuat peserta didik mengabaikan data atau menghafal pengecualian. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa pH dianggap jumlah ion H^+ atau selalu berada 0-14 pada semua kondisi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti larutan encer dan pekat dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke

representasi $\text{pH} = -\log a_{\text{H}^+}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi logaritma dan aktivitas. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

16.13.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk

Dalam pembelajaran kimia SMA, konsep pH dan pOH dipahami sebagai ukuran logaritmik aktivitas ion hidrogen dan hidroksida dengan batas idealisasi larutan encer. Representasi majemuk harus dikoordinasikan, bukan sekadar ditampilkan berdampingan. Prompt penghubung perlu menanyakan apa yang tetap, berubah, dan diwakili pada setiap bentuk. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa pH dianggap jumlah ion H^+ atau selalu berada 0-14 pada semua kondisi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti larutan encer dan pekat dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\text{pH} = -\log a_{\text{H}^+}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi logaritma dan aktivitas. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini

konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk konsep pH dan pOH perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

16.13.19 Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi logaritma dan aktivitas. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk konsep pH dan pOH perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dari sudut pandang pedagogical content knowledge, konsep pH dan pOH dipahami sebagai ukuran logaritmik aktivitas ion hidrogen dan hidroksida dengan batas idealisasi larutan encer. Praktikum, simulasi, dan argumentasi memberi ruang untuk menguji klaim dengan data. Kegiatan harus dirancang agar variabel, prediksi, ketidakpastian, dan batas model dibahas secara eksplisit. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa pH dianggap jumlah ion H^+ atau selalu berada 0-14 pada semua kondisi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti larutan encer dan pekat dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $pH = -\log a_{H^+}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

16.13.20 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut

Remediasi untuk konsep pH dan pOH perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat makroskopik, konsep pH dan pOH dipahami sebagai ukuran logaritmik aktivitas ion hidrogen dan hidroksida dengan batas idealisasi larutan encer. Perubahan konseptual dinilai melalui transfer ke masalah baru dan retensi setelah jeda waktu. Tindak lanjut harus membedakan penguasaan prosedur dari kemampuan menjelaskan dan mengevaluasi bukti. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa pH dianggap jumlah ion H^+ atau selalu berada 0-14 pada semua kondisi. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau

bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti larutan encer dan pekat dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\text{pH} = -\log a_{\text{H}^+}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi logaritma dan aktivitas. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Ringkasan Diagnostik 16.13

- Konsep sasaran: ukuran logaritmik aktivitas ion hidrogen dan hidroksida dengan batas idealisasi larutan encer.
- Miskonsepsi prioritas: pH dianggap jumlah ion H^+ atau selalu berada 0-14 pada semua kondisi.
- Representasi minimum: fenomena larutan encer dan pekat, model partikel, dan simbol $\text{pH} = -\log a_{\text{H}^+}$.
- Bukti minimum: satu pertanyaan terbuka, satu butir bertingkat, satu tugas representasi, dan satu konteks transfer.
- Keputusan pedagogis: remediasi didasarkan pada pola alasan dan keyakinan, bukan pada skor tunggal.

16.14 Skala Logaritmik pH

Subbab ini memusatkan perhatian pada skala logaritmik pH sebagai bagian dari jejaring konsep bab. Tujuannya adalah membangun definisi yang presisi, mengidentifikasi batas penerapan, mengungkap pola miskonsepsi, dan menyediakan perangkat diagnosis serta remediasi yang dapat diterapkan di kelas XI.

16.14.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep

Remediasi untuk skala logaritmik pH perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam representasi simbolik, skala logaritmik pH dipahami sebagai perubahan satu unit pH berarti perubahan aktivitas sepuluh kali, bukan perubahan linear. Penjelasan harus dimulai dari definisi yang dapat dioperasionalkan dalam pengamatan, perhitungan, dan komunikasi ilmiah. Batas konsep perlu dinyatakan agar istilah yang berdekatan tidak saling dipertukarkan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa pH 2 dianggap dua kali lebih asam daripada pH 4. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti pengenceran berjenjang dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi rasio $10^{\Delta\text{pH}}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi logaritma basis sepuluh. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan

beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

16.14.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa pH 2 dianggap dua kali lebih asam daripada pH 4. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti pengenceran berjenjang dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi rasio $10^{\Delta\text{pH}}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi logaritma basis sepuluh. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk skala logaritmik pH perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara diagnostik, skala logaritmik pH dipahami sebagai perubahan satu unit pH berarti perubahan aktivitas sepuluh kali, bukan perubahan linear. Konsep ini berada dalam jejaring pengetahuan, bukan unit hafalan yang berdiri sendiri. Prasyarat yang rapuh akan membuat peserta didik menggunakan aturan permukaan sebagai pengganti penalaran. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

16.14.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk skala logaritmik pH perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara epistemologis, skala logaritmik pH dipahami sebagai perubahan satu unit pH berarti perubahan aktivitas sepuluh kali, bukan perubahan linear. Fenomena makroskopik berfungsi sebagai sumber bukti, tetapi tidak dengan sendirinya menjelaskan mekanisme. Pengamatan harus dipisahkan dari inferensi agar peserta didik tidak menganggap kesan inderawi sebagai definisi ilmiah. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa pH 2 dianggap dua kali lebih asam daripada pH 4. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti pengenceran berjenjang dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi rasio $10^{\Delta\text{pH}}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi logaritma basis sepuluh. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

16.14.4 Model Submikroskopik

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam konteks laboratorium, skala logaritmik pH dipahami sebagai perubahan satu unit pH berarti perubahan aktivitas sepuluh kali, bukan perubahan linear. Model submikroskopik menjelaskan perilaku partikel, interaksi, distribusi, dan perubahan yang tidak tampak langsung. Model harus disebut sebagai representasi dengan asumsi dan keterbatasan, bukan foto literal realitas. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa pH 2 dianggap dua kali lebih asam daripada pH 4. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti pengenceran berjenjang dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi rasio $10^{\Delta\text{pH}}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi logaritma basis sepuluh. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini

konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk skala logaritmik pH perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

16.14.5 Bahasa Simbolik dan Matematis

Konteks seperti pengenceran berjenjang dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi rasio $10^{\Delta\text{pH}}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi logaritma basis sepuluh. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk skala logaritmik pH perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus

menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Ketika peserta didik memecahkan soal, skala logaritmik pH dipahami sebagai perubahan satu unit pH berarti perubahan aktivitas sepuluh kali, bukan perubahan linear. Simbol dan persamaan memadatkan hubungan kuantitatif, tetapi setiap tanda harus dihubungkan dengan makna fisiknya. Manipulasi aljabar tanpa interpretasi satuan, tanda, dan kondisi mudah menghasilkan jawaban benar secara kebetulan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa pH 2 dianggap dua kali lebih asam daripada pH 4. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

16.14.6 Koordinasi Antarrepresentasi

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk skala logaritmik pH perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Untuk mencegah hafalan tanpa makna, skala logaritmik pH dipahami sebagai perubahan satu unit pH berarti perubahan aktivitas sepuluh kali, bukan perubahan linear. Pemahaman matang tampak ketika peserta didik dapat berpindah konsisten antara fenomena, partikel, simbol, grafik, dan bahasa verbal. Ketidakselarasan antarrepresentasi merupakan indikator penting adanya pengetahuan yang terfragmentasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa pH 2 dianggap dua kali lebih asam daripada pH 4. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti pengenceran berjenjang dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi rasio $10^{\Delta\text{pH}}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi logaritma basis sepuluh. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

16.14.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas

Dalam pembelajaran kimia SMA, skala logaritmik pH dipahami sebagai perubahan satu unit pH berarti perubahan aktivitas sepuluh kali, bukan perubahan linear. Contoh positif perlu dipasangkan dengan noncontoh dan kasus batas supaya kategori tidak dibangun dari satu ciri dangkal. Kasus batas menuntut peserta didik menjelaskan alasan, kondisi, dan tingkat idealisasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa pH 2 dianggap dua kali lebih asam daripada pH 4. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti pengenceran berjenjang dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi rasio $10^{\Delta\text{pH}}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi logaritma basis sepuluh. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk skala logaritmik pH perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

16.14.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi logaritma basis sepuluh. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan

beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk skala logaritmik pH perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dari sudut pandang pedagogical content knowledge, skala logaritmik pH dipahami sebagai perubahan satu unit pH berarti perubahan aktivitas sepuluh kali, bukan perubahan linear. Miskonsepsi ini biasanya masuk akal dari sudut pengalaman awal sehingga tidak efektif hanya diberi label salah. Guru perlu menemukan aturan intuitif yang digunakan dan menunjukkan di mana aturan itu gagal. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa pH 2 dianggap dua kali lebih asam daripada pH 4. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti pengenceran berjenjang dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi rasio $10^{\Delta\text{pH}}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

16.14.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif

Remediasi untuk skala logaritmik pH perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat makroskopik, skala logaritmik pH dipahami sebagai perubahan satu unit pH berarti perubahan aktivitas sepuluh kali, bukan perubahan linear. Satu jawaban salah dapat muncul dari beberapa pola penalaran alternatif yang berbeda. Variasi respons perlu dipetakan berdasarkan alasan, representasi, dan tingkat keyakinan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa pH 2 dianggap dua kali lebih asam daripada pH 4. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti pengenceran berjenjang dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi rasio $10^{\Delta\text{pH}}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi logaritma basis sepuluh. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

16.14.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa pH 2 dianggap dua kali lebih asam daripada pH 4. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti pengenceran berjenjang dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi rasio $10^{\Delta pH}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi logaritma basis sepuluh. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk skala logaritmik pH perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat submikroskopik, skala logaritmik pH dipahami sebagai perubahan satu unit pH berarti perubahan aktivitas sepuluh kali, bukan perubahan linear. Bahasa sehari-hari sering menggunakan kata yang sama dengan makna berbeda dari terminologi ilmiah. Peralihan register bahasa harus diajarkan eksplisit agar istilah familiar tidak membawa asumsi yang keliru. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

16.14.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan

tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk skala logaritmik pH perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam representasi simbolik, skala logaritmik pH dipahami sebagai perubahan satu unit pH berarti perubahan aktivitas sepuluh kali, bukan perubahan linear. Gambar dan analogi dapat membantu sekaligus menyesatkan bila fitur pemetaan dan batasnya tidak dijelaskan. Peserta didik perlu diminta menyebut bagian analogi yang sesuai dan yang tidak sesuai. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa pH 2 dianggap dua kali lebih asam daripada pH 4. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti pengenceran berjenjang dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi rasio $10^{\Delta \text{pH}}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi logaritma basis sepuluh. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

16.14.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara diagnostik, skala logaritmik pH dipahami sebagai perubahan satu unit pH berarti perubahan aktivitas sepuluh kali, bukan perubahan linear. Urutan buku teks, penyederhanaan guru, dan latihan algoritmik dapat memperkuat miskonsepsi secara tidak sengaja. Audit representasi dan bahasa pengajaran diperlukan sebelum menyalahkan peserta didik. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa pH 2 dianggap dua kali lebih asam daripada pH 4. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti pengenceran berjenjang dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi rasio $10^{\Delta\text{pH}}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi logaritma basis sepuluh. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk skala logaritmik pH perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan

membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

16.14.13 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka

Konteks seperti pengenceran berjenjang dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi rasio $10^{\Delta\text{pH}}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi logaritma basis sepuluh. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk skala logaritmik pH perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara epistemologis, skala logaritmik pH dipahami sebagai perubahan satu unit pH berarti perubahan aktivitas sepuluh kali, bukan perubahan linear. Pertanyaan terbuka harus memancing prediksi, alasan, bukti, dan penjelasan mekanistik. Respons tertulis sebaiknya ditindaklanjuti dengan pertanyaan klarifikasi singkat. Pembahasan harus terus menegaskan

bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa pH 2 dianggap dua kali lebih asam daripada pH 4. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

16.14.14 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk skala logaritmik pH perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam konteks laboratorium, skala logaritmik pH dipahami sebagai perubahan satu unit pH berarti perubahan aktivitas sepuluh kali, bukan perubahan linear. Tes bertingkat memisahkan pilihan jawaban, alasan, dan keyakinan sehingga tebakan dapat dibedakan dari pemahaman. Distraktor harus berasal dari pola konsepsi yang benar-benar ditemukan dalam wawancara atau literatur. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa pH 2 dianggap dua kali lebih asam daripada pH 4. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti pengenceran berjenjang dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi rasio $10^{\Delta \text{pH}}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi logaritma basis sepuluh. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

16.14.15 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain

Ketika peserta didik memecahkan soal, skala logaritmik pH dipahami sebagai perubahan satu unit pH berarti perubahan aktivitas sepuluh kali, bukan perubahan linear. Tugas menggambar dan Predict-Observe-Explain mengungkap hubungan antara model mental dan fenomena. Perbedaan prediksi dan observasi tidak otomatis mengubah konsep tanpa fase penjelasan dan rekonsiliasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa pH 2 dianggap dua kali lebih asam daripada pH 4. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti pengenceran berjenjang dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi rasio $10^{\Delta\text{pH}}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi logaritma basis sepuluh. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk skala logaritmik pH perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

16.14.16 Analisis Respons dan Peta Bukti

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi logaritma basis sepuluh. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk skala logaritmik pH perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai

bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Untuk mencegah hafalan tanpa makna, skala logaritmik pH dipahami sebagai perubahan satu unit pH berarti perubahan aktivitas sepuluh kali, bukan perubahan linear. Analisis respons perlu menggunakan peta bukti, bukan keputusan berdasarkan satu butir. Konsistensi lintas konteks, representasi, dan waktu menentukan kuat-lemahnya klaim diagnostik. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa pH 2 dianggap dua kali lebih asam daripada pH 4. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti pengenceran berjenjang dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi rasio $10^{\Delta \text{pH}}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

16.14.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah

Remediasi untuk skala logaritmik pH perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam pembelajaran kimia SMA, skala logaritmik pH dipahami sebagai perubahan satu unit pH berarti perubahan aktivitas sepuluh kali, bukan perubahan linear. Konflik kognitif efektif bila anomali dipahami, relevan, dan diikuti model alternatif yang lebih produktif. Kejutan tanpa dukungan dapat membuat peserta didik mengabaikan data atau menghafal pengecualian. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa pH 2 dianggap dua kali lebih asam daripada pH 4. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti pengenceran berjenjang dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi rasio $10^{\Delta pH}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi logaritma basis sepuluh. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

16.14.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa pH 2 dianggap dua kali lebih asam daripada pH 4. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti pengenceran berjenjang dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi rasio $10^{\Delta pH}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi logaritma basis sepuluh. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan

tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk skala logaritmik pH perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dari sudut pandang pedagogical content knowledge, skala logaritmik pH dipahami sebagai perubahan satu unit pH berarti perubahan aktivitas sepuluh kali, bukan perubahan linear. Representasi majemuk harus dikoordinasikan, bukan sekadar ditampilkan berdampingan. Prompt penghubung perlu menanyakan apa yang tetap, berubah, dan diwakili pada setiap bentuk. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

16.14.19 Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk skala logaritmik pH perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus

menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat makroskopik, skala logaritmik pH dipahami sebagai perubahan satu unit pH berarti perubahan aktivitas sepuluh kali, bukan perubahan linear. Praktikum, simulasi, dan argumentasi memberi ruang untuk menguji klaim dengan data. Kegiatan harus dirancang agar variabel, prediksi, ketidakpastian, dan batas model dibahas secara eksplisit. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa pH 2 dianggap dua kali lebih asam daripada pH 4. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti pengenceran berjenjang dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi rasio $10^{\Delta\text{pH}}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi logaritma basis sepuluh. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

16.14.20 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat submikroskopik, skala logaritmik pH dipahami sebagai perubahan satu unit pH berarti perubahan aktivitas sepuluh kali, bukan perubahan linear. Perubahan konseptual dinilai melalui transfer ke masalah baru dan retensi setelah jeda waktu. Tindak lanjut harus membedakan penguasaan prosedur dari kemampuan menjelaskan dan mengevaluasi bukti. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa pH 2 dianggap dua kali lebih asam daripada pH 4. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti pengenceran berjenjang dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi rasio $10^{\Delta\text{pH}}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi logaritma basis sepuluh. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk skala logaritmik pH perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Ringkasan Diagnostik 16.14

- Konsep sasaran: perubahan satu unit pH berarti perubahan aktivitas sepuluh kali, bukan perubahan linear.
- Miskonsepsi prioritas: pH 2 dianggap dua kali lebih asam daripada pH 4.
- Representasi minimum: fenomena pengenceran berjenjang, model partikel, dan simbol rasio $10^{\Delta\text{pH}}$.
- Bukti minimum: satu pertanyaan terbuka, satu butir bertingkat, satu tugas representasi, dan satu konteks transfer.

- Keputusan pedagogis: remediasi didasarkan pada pola alasan dan keyakinan, bukan pada skor tunggal.

16.15 Tetapan Ionisasi Asam dan Basa

Subbab ini memusatkan perhatian pada tetapan ionisasi asam dan basa sebagai bagian dari jejaring konsep bab. Tujuannya adalah membangun definisi yang presisi, mengidentifikasi batas penerapan, mengungkap pola miskonsepsi, dan menyediakan perangkat diagnosis serta remediasi yang dapat diterapkan di kelas XI.

16.15.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara diagnostik, tetapan ionisasi asam dan basa dipahami sebagai K_a dan K_b menyatakan posisi kesetimbangan ionisasi pada suhu tertentu dan terkait pasangan konjugasi. Penjelasan harus dimulai dari definisi yang dapat dioperasionalkan dalam pengamatan, perhitungan, dan komunikasi ilmiah. Batas konsep perlu dinyatakan agar istilah yang berdekatan tidak saling dipertukarkan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa K_a dianggap konsentrasi H^+ atau berubah karena pengenceran pada suhu tetap. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti asam lemah monoprotik dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $K_a = \frac{a_{H^+} a_{A^-}}{a_{HA}}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi tetapan kesetimbangan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh

Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk tetapan ionisasi asam dan basa perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

16.15.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat

Konteks seperti asam lemah monoprotik dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $K_a = \frac{a_H + a_A}{a_{HA}}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi tetapan kesetimbangan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk tetapan ionisasi asam dan basa perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara epistemologis, tetapan ionisasi asam dan basa dipahami sebagai K_a dan K_b menyatakan posisi kesetimbangan ionisasi pada suhu tertentu dan terkait pasangan konjugasi. Konsep ini berada dalam jejaring pengetahuan, bukan unit hafalan yang berdiri sendiri. Prasyarat yang rapuh akan membuat peserta didik menggunakan aturan permukaan sebagai pengganti penalaran. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa K_a dianggap konsentrasi H^+ atau berubah karena pengenceran pada suhu tetap. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

16.15.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk tetapan ionisasi asam dan basa perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam konteks laboratorium, tetapan ionisasi asam dan basa dipahami sebagai K_a dan K_b menyatakan posisi kesetimbangan ionisasi pada suhu tertentu dan terkait pasangan konjugasi. Fenomena makroskopik berfungsi sebagai sumber bukti, tetapi tidak dengan sendirinya menjelaskan mekanisme. Pengamatan harus dipisahkan dari inferensi agar peserta didik tidak menganggap kesan inderawi sebagai definisi ilmiah. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa K_a dianggap konsentrasi H^+ atau berubah karena pengenceran pada suhu tetap. Anggapan tersebut dapat bertahan karena

memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti asam lemah monoprotik dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $K_a = \frac{a_{H^+} a_{A^-}}{a_{HA}}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi tetapan kesetimbangan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

16.15.4 Model Submikroskopik

Ketika peserta didik memecahkan soal, tetapan ionisasi asam dan basa dipahami sebagai K_a dan K_b menyatakan posisi kesetimbangan ionisasi pada suhu tertentu dan terkait pasangan konjugasi. Model submikroskopik menjelaskan perilaku partikel, interaksi, distribusi, dan perubahan yang tidak tampak langsung. Model harus disebut sebagai representasi dengan asumsi dan keterbatasan, bukan foto literal realitas. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa K_a dianggap konsentrasi H^+ atau berubah karena pengenceran pada suhu tetap. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti asam lemah monoprotik dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $K_a = \frac{a_{H^+} a_{A^-}}{a_{HA}}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi tetapan kesetimbangan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk

memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk tetapan ionisasi asam dan basa perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

16.15.5 Bahasa Simbolik dan Matematis

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi tetapan kesetimbangan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya,

jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk tetapan ionisasi asam dan basa perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Untuk mencegah hafalan tanpa makna, tetapan ionisasi asam dan basa dipahami sebagai K_a dan K_b menyatakan posisi kesetimbangan ionisasi pada suhu tertentu dan terkait pasangan konjugasi. Simbol dan persamaan memadatkan hubungan kuantitatif, tetapi setiap tanda harus dihubungkan dengan makna fisisnya. Manipulasi aljabar tanpa interpretasi satuan, tanda, dan kondisi mudah menghasilkan jawaban benar secara kebetulan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa K_a dianggap konsentrasi H^+ atau berubah karena pengenceran pada suhu tetap. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti asam lemah monoprotik dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $K_a = \frac{a_{H^+} a_{A^-}}{a_{HA}}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

16.15.6 Koordinasi Antarrepresentasi

Remediasi untuk tetapan ionisasi asam dan basa perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam pembelajaran kimia SMA, tetapan ionisasi asam dan basa dipahami sebagai K_a dan K_b menyatakan posisi kesetimbangan ionisasi pada suhu tertentu dan terkait pasangan konjugasi. Pemahaman matang tampak ketika peserta didik dapat berpindah konsisten antara fenomena, partikel, simbol, grafik, dan bahasa verbal. Ketidakselarasan antarrepresentasi merupakan indikator penting adanya pengetahuan yang terfragmentasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa K_a dianggap konsentrasi H^+ atau berubah karena pengenceran pada suhu tetap. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti asam lemah monoprotik dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $K_a = \frac{a_{H^+} a_{A^-}}{a_{HA}}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi tetapan kesetimbangan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

16.15.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa K_a dianggap konsentrasi H^+ atau berubah karena pengenceran pada suhu tetap. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti asam lemah monoprotik dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $K_a = \frac{a_H + a_A}{a_{HA}}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi tetapan kesetimbangan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk tetapan ionisasi asam dan basa perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dari sudut pandang pedagogical content knowledge, tetapan ionisasi asam dan basa dipahami sebagai K_a dan K_b menyatakan posisi kesetimbangan ionisasi pada suhu tertentu dan terkait pasangan konjugasi. Contoh positif perlu dipasangkan dengan noncontoh dan kasus batas supaya kategori tidak dibangun dari satu ciri dangkal. Kasus batas menuntut peserta didik menjelaskan alasan, kondisi, dan tingkat idealisasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

16.15.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk tetapan ionisasi asam dan basa perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat makroskopik, tetapan ionisasi asam dan basa dipahami sebagai K_a dan K_b menyatakan posisi kesetimbangan ionisasi pada suhu tertentu dan terkait pasangan konjugasi. Miskonsepsi inti biasanya masuk akal dari sudut pengalaman awal sehingga tidak efektif hanya diberi label salah. Guru perlu menemukan aturan intuitif yang digunakan dan menunjukkan di mana aturan itu gagal. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa K_a dianggap konsentrasi H^+ atau berubah karena pengenceran pada suhu tetap. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti asam lemah monoprotik dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $K_a = \frac{a_{H^+} a_{A^-}}{a_{HA}}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi tetapan kesetimbangan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk

memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

16.15.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat submikroskopik, tetapan ionisasi asam dan basa dipahami sebagai K_a dan K_b menyatakan posisi kesetimbangan ionisasi pada suhu tertentu dan terkait pasangan konjugasi. Satu jawaban salah dapat muncul dari beberapa pola penalaran alternatif yang berbeda. Variasi respons perlu dipetakan berdasarkan alasan, representasi, dan tingkat keyakinan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa K_a dianggap konsentrasi H^+ atau berubah karena pengenceran pada suhu tetap. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti asam lemah monoprotik dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $K_a = \frac{a_{H^+} a_{A^-}}{a_{HA}}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi tetapan kesetimbangan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya,

jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk tetapan ionisasi asam dan basa perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

16.15.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari

Konteks seperti asam lemah monoprotik dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $K_a = \frac{a_H + a_A}{a_{HA}}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi tetapan kesetimbangan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk tetapan ionisasi asam dan basa perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam representasi simbolik, tetapan ionisasi asam dan basa dipahami sebagai K_a dan K_b menyatakan posisi kesetimbangan ionisasi pada suhu tertentu dan terkait pasangan konjugasi. Bahasa sehari-hari sering menggunakan kata yang sama dengan makna berbeda dari terminologi ilmiah. Peralihan register bahasa harus diajarkan eksplisit agar istilah familiar tidak membawa asumsi yang keliru. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa K_a dianggap konsentrasi H^+ atau berubah karena pengenceran pada suhu tetap. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

16.15.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk tetapan ionisasi asam dan basa perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara diagnostik, tetapan ionisasi asam dan basa dipahami sebagai K_a dan K_b menyatakan posisi kesetimbangan ionisasi pada suhu tertentu dan terkait pasangan konjugasi. Gambar dan analogi dapat membantu sekaligus menyedatkan bila fitur pemetaan dan batasnya tidak dijelaskan. Peserta didik perlu diminta menyebut bagian analogi yang sesuai dan yang tidak sesuai. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa K_a dianggap konsentrasi H^+ atau berubah karena pengenceran pada suhu tetap. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti asam lemah monoprotik dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke

representasi $K_a = \frac{a_H + a_A}{a_{HA}}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi tetapan kesetimbangan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

16.15.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran

Secara epistemologis, tetapan ionisasi asam dan basa dipahami sebagai K_a dan K_b menyatakan posisi kesetimbangan ionisasi pada suhu tertentu dan terkait pasangan konjugasi. Urutan buku teks, penyederhanaan guru, dan latihan algoritmik dapat memperkuat miskonsepsi secara tidak sengaja. Audit representasi dan bahasa pengajaran diperlukan sebelum menyalahkan peserta didik. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa K_a dianggap konsentrasi H^+ atau berubah karena pengenceran pada suhu tetap. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti asam lemah monoprotik dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $K_a = \frac{a_H + a_A}{a_{HA}}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi tetapan kesetimbangan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini

konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk tetapan ionisasi asam dan basa perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

16.15.13 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi tetapan kesetimbangan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk tetapan ionisasi asam dan basa perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam konteks laboratorium, tetapan ionisasi asam dan basa dipahami sebagai K_a dan K_b menyatakan posisi kesetimbangan ionisasi pada suhu tertentu dan terkait pasangan konjugasi. Pertanyaan terbuka harus memancing prediksi, alasan, bukti, dan penjelasan mekanistik. Respons tertulis sebaiknya ditindaklanjuti dengan pertanyaan klarifikasi singkat. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa K_a dianggap konsentrasi H^+ atau berubah karena pengenceran pada suhu tetap. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti asam lemah monoprotik dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $K_a = \frac{a_{H^+} a_{A^-}}{a_{HA}}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

16.15.14 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan

Remediasi untuk tetapan ionisasi asam dan basa perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Ketika peserta didik memecahkan soal, tetapan ionisasi asam dan basa dipahami sebagai K_a dan K_b menyatakan posisi kesetimbangan ionisasi pada suhu tertentu dan terkait pasangan konjugasi. Tes bertingkat memisahkan pilihan jawaban, alasan, dan keyakinan sehingga tebakan dapat dibedakan dari pemahaman. Distraktor harus berasal dari pola konsepsi yang benar-benar ditemukan dalam wawancara atau literatur. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa K_a dianggap konsentrasi H^+ atau berubah karena pengenceran pada suhu tetap. Anggapan tersebut dapat bertahan karena

memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti asam lemah monoprotik dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $K_a = \frac{a_{H^+} a_{A^-}}{a_{HA}}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi tetapan kesetimbangan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

16.15.15 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa K_a dianggap konsentrasi H^+ atau berubah karena pengenceran pada suhu tetap. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti asam lemah monoprotik dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $K_a = \frac{a_{H^+} a_{A^-}}{a_{HA}}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi tetapan kesetimbangan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan

pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk tetapan ionisasi asam dan basa perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Untuk mencegah hafalan tanpa makna, tetapan ionisasi asam dan basa dipahami sebagai K_a dan K_b menyatakan posisi kesetimbangan ionisasi pada suhu tertentu dan terkait pasangan konjugasi. Tugas menggambar dan Predict-Observe-Explain mengungkap hubungan antara model mental dan fenomena. Perbedaan prediksi dan observasi tidak otomatis mengubah konsep tanpa fase penjelasan dan rekonsiliasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

16.15.16 Analisis Respons dan Peta Bukti

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya,

jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk tetapan ionisasi asam dan basa perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam pembelajaran kimia SMA, tetapan ionisasi asam dan basa dipahami sebagai K_a dan K_b menyatakan posisi kesetimbangan ionisasi pada suhu tertentu dan terkait pasangan konjugasi. Analisis respons perlu menggunakan peta bukti, bukan keputusan berdasarkan satu butir. Konsistensi lintas konteks, representasi, dan waktu menentukan kuat-lemahnya klaim diagnostik. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa K_a dianggap konsentrasi H^+ atau berubah karena pengenceran pada suhu tetap. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti asam lemah monoprotik dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $K_a = a_{H^+} a_{A^-} / a_{HA}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi tetapan kesetimbangan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

16.15.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dari sudut pandang pedagogical content knowledge, tetapan ionisasi asam dan basa dipahami sebagai K_a dan K_b menyatakan posisi kesetimbangan ionisasi pada suhu tertentu dan terkait

pasangan konjugasi. Konflik kognitif efektif bila anomali dipahami, relevan, dan diikuti model alternatif yang lebih produktif. Kejutan tanpa dukungan dapat membuat peserta didik mengabaikan data atau menghafal pengecualian. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa K_a dianggap konsentrasi H^+ atau berubah karena pengenceran pada suhu tetap. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti asam lemah monoprotik dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $K_a = \frac{a_{H^+} a_{A^-}}{a_{HA}}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi tetapan kesetimbangan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk tetapan ionisasi asam dan basa perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

16.15.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk

Konteks seperti asam lemah monoprotik dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke

representasi $K_a = \frac{a_{H^+} a_{A^-}}{a_{HA}}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi tetapan kesetimbangan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk tetapan ionisasi asam dan basa perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat makroskopik, tetapan ionisasi asam dan basa dipahami sebagai K_a dan K_b menyatakan posisi kesetimbangan ionisasi pada suhu tertentu dan terkait pasangan konjugasi. Representasi majemuk harus dikoordinasikan, bukan sekadar ditampilkan berdampingan. Prompt penghubung perlu menanyakan apa yang tetap, berubah, dan diwakili pada setiap bentuk. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa K_a dianggap konsentrasi H^+ atau berubah karena pengenceran pada suhu tetap. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

16.15.19 *Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif*

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk tetapan ionisasi asam dan basa perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat submikroskopik, tetapan ionisasi asam dan basa dipahami sebagai K_a dan K_b menyatakan posisi kesetimbangan ionisasi pada suhu tertentu dan terkait pasangan konjugasi. Praktikum, simulasi, dan argumentasi memberi ruang untuk menguji klaim dengan data. Kegiatan harus dirancang agar variabel, prediksi, ketidakpastian, dan batas model dibahas secara eksplisit. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa K_a dianggap konsentrasi H^+ atau berubah karena pengenceran pada suhu tetap. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti asam lemah monoprotik dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $K_a = a_{H^+} a_{A^-} / a_{HA}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi tetapan kesetimbangan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini

konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

16.15.20 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut

Dalam representasi simbolik, tetapan ionisasi asam dan basa dipahami sebagai K_a dan K_b menyatakan posisi kesetimbangan ionisasi pada suhu tertentu dan terkait pasangan konjugasi. Perubahan konseptual dinilai melalui transfer ke masalah baru dan retensi setelah jeda waktu. Tindak lanjut harus membedakan penguasaan prosedur dari kemampuan menjelaskan dan mengevaluasi bukti. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa K_a dianggap konsentrasi H^+ atau berubah karena pengenceran pada suhu tetap. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti asam lemah monoprotik dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $K_a = \frac{a_{H^+} a_{A^-}}{a_{HA}}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi tetapan kesetimbangan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk tetapan ionisasi asam dan basa perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus

menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Ringkasan Diagnostik 16.15

- Konsep sasaran: K_a dan K_b menyatakan posisi kesetimbangan ionisasi pada suhu tertentu dan terkait pasangan konjugasi.
- Miskonsepsi prioritas: K_a dianggap konsentrasi H^+ atau berubah karena pengenceran pada suhu tetap.
- Representasi minimum: fenomena asam lemah monoprotik, model partikel, dan simbol $K_a = \frac{a_{H^+} a_{A^-}}{a_{HA}}$.
- Bukti minimum: satu pertanyaan terbuka, satu butir bertingkat, satu tugas representasi, dan satu konteks transfer.
- Keputusan pedagogis: remediasi didasarkan pada pola alasan dan keyakinan, bukan pada skor tunggal.

16.16 Reaksi Netralisasi

Subbab ini memusatkan perhatian pada reaksi netralisasi sebagai bagian dari jejaring konsep bab. Tujuannya adalah membangun definisi yang presisi, mengidentifikasi batas penerapan, mengungkap pola miskonsepsi, dan menyediakan perangkat diagnosis serta remediasi yang dapat diterapkan di kelas XI.

16.16.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep

Secara epistemologis, reaksi netralisasi dipahami sebagai reaksi asam-basa menghasilkan perubahan spesies dan tidak selalu menghasilkan larutan netral pH 7. Penjelasan harus dimulai dari definisi yang dapat dioperasionalkan dalam pengamatan, perhitungan, dan komunikasi ilmiah. Batas konsep perlu dinyatakan agar istilah yang berdekatan tidak saling dipertukarkan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa netralisasi selalu menghasilkan pH 7 serta garam netral. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti asam kuat-basa lemah dan sebaliknya dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $H_3O^+ + OH^- \rightarrow 2H_2O$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta

didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi stoikiometri dan hidrolisis. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk reaksi netralisasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

16.16.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi stoikiometri dan hidrolisis. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk reaksi netralisasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam konteks laboratorium, reaksi netralisasi dipahami sebagai reaksi asam-basa menghasilkan perubahan spesies dan tidak selalu menghasilkan larutan netral pH 7. Konsep ini berada dalam jejaring pengetahuan, bukan unit hafalan yang berdiri sendiri. Prasyarat yang rapuh akan membuat peserta didik menggunakan aturan permukaan sebagai pengganti penalaran. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa netralisasi selalu menghasilkan pH 7 serta garam netral. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti asam kuat-basa lemah dan sebaliknya dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\text{H}_3\text{O}^{++}\text{OH}^- \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

16.16.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan

Remediasi untuk reaksi netralisasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai

bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Ketika peserta didik memecahkan soal, reaksi netralisasi dipahami sebagai reaksi asam-basa menghasilkan perubahan spesies dan tidak selalu menghasilkan larutan netral pH 7. Fenomena makroskopik berfungsi sebagai sumber bukti, tetapi tidak dengan sendirinya menjelaskan mekanisme. Pengamatan harus dipisahkan dari inferensi agar peserta didik tidak menganggap kesan inderawi sebagai definisi ilmiah. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa netralisasi selalu menghasilkan pH 7 serta garam netral. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti asam kuat-basa lemah dan sebaliknya dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\text{H}_3\text{O}^{++}\text{OH}^- \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi stoikiometri dan hidrolisis. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

16.16.4 Model Submikroskopik

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa netralisasi selalu menghasilkan pH 7 serta garam netral. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah.

Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti asam kuat-basa lemah dan sebaliknya dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\text{H}_3\text{O}^{++}\text{OH}^- \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi stoikiometri dan hidrolisis. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk reaksi netralisasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Untuk mencegah hafalan tanpa makna, reaksi netralisasi dipahami sebagai reaksi asam-basa menghasilkan perubahan spesies dan tidak selalu menghasilkan larutan netral pH 7. Model submikroskopik menjelaskan perilaku partikel, interaksi, distribusi, dan perubahan yang tidak tampak langsung. Model harus disebut sebagai representasi dengan asumsi dan keterbatasan, bukan foto literal realitas. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

16.16.5 Bahasa Simbolik dan Matematis

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk reaksi netralisasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam pembelajaran kimia SMA, reaksi netralisasi dipahami sebagai reaksi asam-basa menghasilkan perubahan spesies dan tidak selalu menghasilkan larutan netral pH 7. Simbol dan persamaan memadatkan hubungan kuantitatif, tetapi setiap tanda harus dihubungkan dengan makna fisiknya. Manipulasi aljabar tanpa interpretasi satuan, tanda, dan kondisi mudah menghasilkan jawaban benar secara kebetulan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa netralisasi selalu menghasilkan pH 7 serta garam netral. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti asam kuat-basa lemah dan sebaliknya dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\text{H}_3\text{O}^{++}\text{OH}^- \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi stoikiometri dan hidrolisis. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

16.16.6 Koordinasi Antarrepresentasi

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dari sudut pandang pedagogical content knowledge, reaksi netralisasi dipahami sebagai reaksi asam-basa menghasilkan perubahan spesies dan tidak selalu menghasilkan larutan netral pH 7. Pemahaman matang tampak ketika peserta didik dapat berpindah konsisten antara fenomena, partikel, simbol, grafik, dan bahasa verbal. Ketidakselarasan antarrepresentasi merupakan indikator penting adanya pengetahuan yang terfragmentasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa netralisasi selalu menghasilkan pH 7 serta garam netral. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti asam kuat-basa lemah dan sebaliknya dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\text{H}_3\text{O}^+ + \text{OH}^- \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi stoikiometri dan hidrolisis. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk reaksi netralisasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

16.16.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas

Konteks seperti asam kuat-basa lemah dan sebaliknya dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\text{H}_3\text{O}^{++}\text{OH}^- \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi stoikiometri dan hidrolisis. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk reaksi netralisasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai

bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat makroskopik, reaksi netralisasi dipahami sebagai reaksi asam-basa menghasilkan perubahan spesies dan tidak selalu menghasilkan larutan netral pH 7. Contoh positif perlu dipasangkan dengan noncontoh dan kasus batas supaya kategori tidak dibangun dari satu ciri dangkal. Kasus batas menuntut peserta didik menjelaskan alasan, kondisi, dan tingkat idealisasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa netralisasi selalu menghasilkan pH 7 serta garam netral. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

16.16.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk reaksi netralisasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat submikroskopik, reaksi netralisasi dipahami sebagai reaksi asam-basa menghasilkan perubahan spesies dan tidak selalu menghasilkan larutan netral pH 7. Miskonsepsi inti biasanya masuk akal dari sudut pengalaman awal sehingga tidak efektif hanya diberi label salah. Guru perlu menemukan aturan intuitif yang digunakan dan menunjukkan di mana aturan itu gagal. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa netralisasi selalu menghasilkan pH 7 serta garam netral. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti asam kuat-basa lemah dan sebaliknya dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\text{H}_3\text{O}^{++}\text{OH}^- \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi stoikiometri dan hidrolisis. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

16.16.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif

Dalam representasi simbolik, reaksi netralisasi dipahami sebagai reaksi asam-basa menghasilkan perubahan spesies dan tidak selalu menghasilkan larutan netral pH 7. Satu jawaban salah dapat muncul dari beberapa pola penalaran alternatif yang berbeda. Variasi respons perlu dipetakan berdasarkan alasan, representasi, dan tingkat keyakinan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa netralisasi selalu menghasilkan pH 7 serta garam netral. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti asam kuat-basa lemah dan sebaliknya dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\text{H}_3\text{O}^{++}\text{OH}^- \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi stoikiometri dan hidrolisis. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk reaksi netralisasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

16.16.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi stoikiometri dan hidrolisis. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk reaksi netralisasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan

membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara diagnostik, reaksi netralisasi dipahami sebagai reaksi asam-basa menghasilkan perubahan spesies dan tidak selalu menghasilkan larutan netral pH 7. Bahasa sehari-hari sering menggunakan kata yang sama dengan makna berbeda dari terminologi ilmiah. Peralihan register bahasa harus diajarkan eksplisit agar istilah familiar tidak membawa asumsi yang keliru. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa netralisasi selalu menghasilkan pH 7 serta garam netral. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti asam kuat-basa lemah dan sebaliknya dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\text{H}_3\text{O}^{++}\text{OH}^- \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

16.16.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi

Remediasi untuk reaksi netralisasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara epistemologis, reaksi netralisasi dipahami sebagai reaksi asam-basa menghasilkan perubahan spesies dan tidak selalu menghasilkan larutan netral pH 7. Gambar dan analogi dapat membantu sekaligus menyesatkan bila fitur pemetaan dan batasnya tidak dijelaskan. Peserta didik perlu diminta menyebut bagian analogi yang sesuai dan yang tidak sesuai. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa netralisasi selalu menghasilkan pH 7 serta garam netral. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti asam kuat-basa lemah dan sebaliknya dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\text{H}_3\text{O}^+ + \text{OH}^- \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi stoikiometri dan hidrolisis. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

16.16.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa netralisasi selalu menghasilkan pH 7 serta garam netral. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti asam kuat-basa lemah dan sebaliknya dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\text{H}_3\text{O}^+ + \text{OH}^- \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi stoikiometri dan hidrolisis. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk

memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk reaksi netralisasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam konteks laboratorium, reaksi netralisasi dipahami sebagai reaksi asam-basa menghasilkan perubahan spesies dan tidak selalu menghasilkan larutan netral pH 7. Urutan buku teks, penyederhanaan guru, dan latihan algoritmik dapat memperkuat miskonsepsi secara tidak sengaja. Audit representasi dan bahasa pengajaran diperlukan sebelum menyalahkan peserta didik. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

16.16.13 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya,

jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk reaksi netralisasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Ketika peserta didik memecahkan soal, reaksi netralisasi dipahami sebagai reaksi asam-basa menghasilkan perubahan spesies dan tidak selalu menghasilkan larutan netral pH 7. Pertanyaan terbuka harus memancing prediksi, alasan, bukti, dan penjelasan mekanistik. Respons tertulis sebaiknya ditindaklanjuti dengan pertanyaan klarifikasi singkat. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa netralisasi selalu menghasilkan pH 7 serta garam netral. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti asam kuat-basa lemah dan sebaliknya dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\text{H}_3\text{O}^{++}\text{OH}^- \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi stoikiometri dan hidrolisis. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

16.16.14 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Untuk mencegah hafalan tanpa makna, reaksi netralisasi dipahami sebagai reaksi asam-basa menghasilkan perubahan spesies dan tidak selalu menghasilkan larutan netral pH 7. Tes

bertingkat memisahkan pilihan jawaban, alasan, dan keyakinan sehingga tebakan dapat dibedakan dari pemahaman. Distraktor harus berasal dari pola konsepsi yang benar-benar ditemukan dalam wawancara atau literatur. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa netralisasi selalu menghasilkan pH 7 serta garam netral. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti asam kuat-basa lemah dan sebaliknya dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\text{H}_3\text{O}^{++}\text{OH}^- \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi stoikiometri dan hidrolisis. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk reaksi netralisasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

16.16.15 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain

Konteks seperti asam kuat-basa lemah dan sebaliknya dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan

kemudian ke representasi $\text{H}_3\text{O}^{++}\text{OH}^- \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi stoikiometri dan hidrolisis. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk reaksi netralisasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam pembelajaran kimia SMA, reaksi netralisasi dipahami sebagai reaksi asam-basa menghasilkan perubahan spesies dan tidak selalu menghasilkan larutan netral pH 7. Tugas menggambar dan Predict-Observe-Explain mengungkap hubungan antara model mental dan fenomena. Perbedaan prediksi dan observasi tidak otomatis mengubah konsep tanpa fase penjelasan dan rekonsiliasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa netralisasi selalu menghasilkan pH 7 serta garam netral. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

16.16.16 Analisis Respons dan Peta Bukti

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk reaksi netralisasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dari sudut pandang pedagogical content knowledge, reaksi netralisasi dipahami sebagai reaksi asam-basa menghasilkan perubahan spesies dan tidak selalu menghasilkan larutan netral pH 7. Analisis respons perlu menggunakan peta bukti, bukan keputusan berdasarkan satu butir. Konsistensi lintas konteks, representasi, dan waktu menentukan kuat-lemahnya klaim diagnostik. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa netralisasi selalu menghasilkan pH 7 serta garam netral. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti asam kuat-basa lemah dan sebaliknya dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\text{H}_3\text{O}^{++}\text{OH}^- \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi stoikiometri dan hidrolisis. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini

konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

16.16.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah

Pada tingkat makroskopik, reaksi netralisasi dipahami sebagai reaksi asam-basa menghasilkan perubahan spesies dan tidak selalu menghasilkan larutan netral pH 7. Konflik kognitif efektif bila anomali dipahami, relevan, dan diikuti model alternatif yang lebih produktif. Kejutan tanpa dukungan dapat membuat peserta didik mengabaikan data atau menghafal pengecualian. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa netralisasi selalu menghasilkan pH 7 serta garam netral. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti asam kuat-basa lemah dan sebaliknya dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\text{H}_3\text{O}^{++}\text{OH}^- \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi stoikiometri dan hidrolisis. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk reaksi netralisasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus

menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

16.16.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi stoikiometri dan hidrolisis. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk reaksi netralisasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat submikroskopik, reaksi netralisasi dipahami sebagai reaksi asam-basa menghasilkan perubahan spesies dan tidak selalu menghasilkan larutan netral pH 7. Representasi majemuk harus dikoordinasikan, bukan sekadar ditampilkan berdampingan. Prompt penghubung perlu menanyakan apa yang tetap, berubah, dan diwakili pada setiap bentuk. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa netralisasi selalu menghasilkan pH 7 serta garam netral. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti asam kuat-basa lemah dan sebaliknya dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\text{H}_3\text{O}^+ + \text{OH}^- \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

16.16.19 *Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif*

Remediasi untuk reaksi netralisasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam representasi simbolik, reaksi netralisasi dipahami sebagai reaksi asam-basa menghasilkan perubahan spesies dan tidak selalu menghasilkan larutan netral pH 7. Praktikum, simulasi, dan argumentasi memberi ruang untuk menguji klaim dengan data. Kegiatan harus dirancang agar variabel, prediksi, ketidakpastian, dan batas model dibahas secara eksplisit. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa netralisasi selalu menghasilkan pH 7 serta garam netral. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti asam kuat-basa lemah dan sebaliknya dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\text{H}_3\text{O}^+ + \text{OH}^- \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi stoikiometri dan hidrolisis. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan

pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

16.16.20 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa netralisasi selalu menghasilkan pH 7 serta garam netral. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti asam kuat-basa lemah dan sebaliknya dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $\text{H}_3\text{O}^{++}\text{OH}^- \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi stoikiometri dan hidrolisis. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya,

jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk reaksi netralisasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara diagnostik, reaksi netralisasi dipahami sebagai reaksi asam-basa menghasilkan perubahan spesies dan tidak selalu menghasilkan larutan netral pH 7. Perubahan konseptual dinilai melalui transfer ke masalah baru dan retensi setelah jeda waktu. Tindak lanjut harus membedakan penguasaan prosedur dari kemampuan menjelaskan dan mengevaluasi bukti. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Ringkasan Diagnostik 16.16

- Konsep sasaran: reaksi asam-basa menghasilkan perubahan spesies dan tidak selalu menghasilkan larutan netral pH 7.
- Miskonsepsi prioritas: netralisasi selalu menghasilkan pH 7 serta garam netral.
- Representasi minimum: fenomena asam kuat-basa lemah dan sebaliknya, model partikel, dan simbol $\text{H}_3\text{O}^{++}\text{OH}^- \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$.
- Bukti minimum: satu pertanyaan terbuka, satu butir bertingkat, satu tugas representasi, dan satu konteks transfer.
- Keputusan pedagogis: remediasi didasarkan pada pola alasan dan keyakinan, bukan pada skor tunggal.

16.17 Hidrolisis Garam

Subbab ini memusatkan perhatian pada hidrolisis garam sebagai bagian dari jejaring konsep bab. Tujuannya adalah membangun definisi yang presisi, mengidentifikasi batas penerapan, mengungkap pola miskonsepsi, dan menyediakan perangkat diagnosis serta remediasi yang dapat diterapkan di kelas XI.

16.17.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa semua garam dianggap netral atau hidrolisis dianggap pemecahan oleh air secara mekanis. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang

diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti NH_4Cl , CH_3COONa , Na_2CO_3 dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi K_a/K_b konjugat. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi asam-basa dan kesetimbangan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk hidrolisis garam perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam konteks laboratorium, hidrolisis garam dipahami sebagai reaksi ion garam dengan air yang memengaruhi pH berdasarkan kekuatan pasangan asam-basa konjugasi. Penjelasan harus dimulai dari definisi yang dapat dioperasionalkan dalam pengamatan, perhitungan, dan komunikasi ilmiah. Batas konsep perlu dinyatakan agar istilah yang berdekatan tidak saling dipertukarkan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

16.17.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk hidrolisis garam perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Ketika peserta didik memecahkan soal, hidrolisis garam dipahami sebagai reaksi ion garam dengan air yang memengaruhi pH berdasarkan kekuatan pasangan asam-basa konjugasi. Konsep ini berada dalam jejaring pengetahuan, bukan unit hafalan yang berdiri sendiri. Prasyarat yang rapuh akan membuat peserta didik menggunakan aturan permukaan sebagai pengganti penalaran. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa semua garam dianggap netral atau hidrolisis dianggap pemecahan oleh air secara mekanis. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti NH_4Cl , CH_3COONa , Na_2CO_3 dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi K_a/K_b konjugat. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi asam-basa dan kesetimbangan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

16.17.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Untuk mencegah hafalan tanpa makna, hidrolisis garam dipahami sebagai reaksi ion garam dengan air yang memengaruhi pH berdasarkan kekuatan pasangan asam-basa konjugasi. Fenomena makroskopik berfungsi sebagai sumber bukti, tetapi tidak dengan sendirinya menjelaskan mekanisme. Pengamatan harus dipisahkan dari inferensi agar peserta didik tidak menganggap kesan inderawi sebagai definisi ilmiah. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa semua garam dianggap netral atau hidrolisis dianggap pemecahan oleh air secara mekanis. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti NH_4Cl , CH_3COONa , Na_2CO_3 dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi K_a/K_b konjugat. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi asam-basa dan kesetimbangan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk hidrolisis garam perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

16.17.4 Model Submikroskopik

Konteks seperti NH_4Cl , CH_3COONa , Na_2CO_3 dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi K_a/K_b konjugat. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi asam-basa dan kesetimbangan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk hidrolisis garam perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai

bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam pembelajaran kimia SMA, hidrolisis garam dipahami sebagai reaksi ion garam dengan air yang memengaruhi pH berdasarkan kekuatan pasangan asam-basa konjugasi. Model submikroskopik menjelaskan perilaku partikel, interaksi, distribusi, dan perubahan yang tidak tampak langsung. Model harus disebut sebagai representasi dengan asumsi dan keterbatasan, bukan foto literal realitas. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa semua garam dianggap netral atau hidrolisis dianggap pemecahan oleh air secara mekanis. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

16.17.5 Bahasa Simbolik dan Matematis

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk hidrolisis garam perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dari sudut pandang pedagogical content knowledge, hidrolisis garam dipahami sebagai reaksi ion garam dengan air yang memengaruhi pH berdasarkan kekuatan pasangan asam-basa konjugasi. Simbol dan persamaan memadatkan hubungan kuantitatif, tetapi setiap tanda harus dihubungkan dengan makna fisisnya. Manipulasi aljabar tanpa interpretasi satuan, tanda, dan kondisi mudah menghasilkan jawaban benar secara kebetulan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa semua garam dianggap netral atau hidrolisis dianggap pemecahan oleh air secara mekanis. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala

representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti NH_4Cl , CH_3COONa , Na_2CO_3 dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi K_a/K_b konjugat. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi asam-basa dan kesetimbangan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

16.17.6 Koordinasi Antarrepresentasi

Pada tingkat makroskopik, hidrolisis garam dipahami sebagai reaksi ion garam dengan air yang memengaruhi pH berdasarkan kekuatan pasangan asam-basa konjugasi. Pemahaman matang tampak ketika peserta didik dapat berpindah konsisten antara fenomena, partikel, simbol, grafik, dan bahasa verbal. Ketidakselarasan antarrepresentasi merupakan indikator penting adanya pengetahuan yang terfragmentasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa semua garam dianggap netral atau hidrolisis dianggap pemecahan oleh air secara mekanis. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti NH_4Cl , CH_3COONa , Na_2CO_3 dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi K_a/K_b konjugat. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi asam-basa dan kesetimbangan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat

untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk hidrolisis garam perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

16.17.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi asam-basa dan kesetimbangan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya,

jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk hidrolisis garam perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat submikroskopik, hidrolisis garam dipahami sebagai reaksi ion garam dengan air yang memengaruhi pH berdasarkan kekuatan pasangan asam-basa konjugasi. Contoh positif perlu dipasangkan dengan noncontoh dan kasus batas supaya kategori tidak dibangun dari satu ciri dangkal. Kasus batas menuntut peserta didik menjelaskan alasan, kondisi, dan tingkat idealisasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa semua garam dianggap netral atau hidrolisis dianggap pemecahan oleh air secara mekanis. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti NH_4Cl , CH_3COONa , Na_2CO_3 dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi K_a/K_b konjugat. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

16.17.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul

Remediasi untuk hidrolisis garam perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam representasi simbolik, hidrolisis garam dipahami sebagai reaksi ion garam dengan air yang memengaruhi pH berdasarkan kekuatan pasangan asam-basa konjugasi. Miskonsepsi ini biasanya masuk akal dari sudut pengalaman awal sehingga tidak efektif hanya diberi label salah. Guru perlu menemukan aturan intuitif yang digunakan dan menunjukkan di mana aturan itu gagal. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa semua garam dianggap netral atau hidrolisis dianggap pemecahan oleh air secara mekanis. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti NH_4Cl , CH_3COONa , Na_2CO_3 dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi K_a/K_b konjugat. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi asam-basa dan kesetimbangan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

16.17.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa semua garam dianggap netral atau hidrolisis dianggap pemecahan oleh air secara mekanis. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti NH_4Cl , CH_3COONa , Na_2CO_3 dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi K_a/K_b konjugat. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi asam-basa dan kesetimbangan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk hidrolisis garam perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara diagnostik, hidrolisis garam dipahami sebagai reaksi ion garam dengan air yang memengaruhi pH berdasarkan kekuatan pasangan asam-basa konjugasi. Satu jawaban salah dapat muncul dari beberapa pola penalaran alternatif yang berbeda. Variasi respons perlu dipetakan berdasarkan alasan, representasi, dan tingkat keyakinan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

16.17.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan

tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk hidrolisis garam perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara epistemologis, hidrolisis garam dipahami sebagai reaksi ion garam dengan air yang memengaruhi pH berdasarkan kekuatan pasangan asam-basa konjugasi. Bahasa sehari-hari sering menggunakan kata yang sama dengan makna berbeda dari terminologi ilmiah. Peralihan register bahasa harus diajarkan eksplisit agar istilah familiar tidak membawa asumsi yang keliru. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa semua garam dianggap netral atau hidrolisis dianggap pemecahan oleh air secara mekanis. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti NH_4Cl , CH_3COONa , Na_2CO_3 dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi K_a/K_b konjugat. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi asam-basa dan kesetimbangan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

16.17.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam konteks laboratorium, hidrolisis garam dipahami sebagai reaksi ion garam dengan air yang memengaruhi pH berdasarkan kekuatan pasangan asam-basa konjugasi. Gambar dan analogi dapat membantu sekaligus menyesatkan bila fitur pemetaan dan batasnya tidak dijelaskan. Peserta didik perlu diminta menyebutkan bagian analogi yang sesuai dan yang tidak sesuai. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa semua garam dianggap netral atau hidrolisis dianggap pemecahan oleh air secara mekanis. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti NH_4Cl , CH_3COONa , Na_2CO_3 dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi K_a/K_b konjugat. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi asam-basa dan kesetimbangan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk hidrolisis garam perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

16.17.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran

Konteks seperti NH_4Cl , CH_3COONa , Na_2CO_3 dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi K_a/K_b konjugat. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi asam-basa dan kesetimbangan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk hidrolisis garam perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Ketika peserta didik memecahkan soal, hidrolisis garam dipahami sebagai reaksi ion garam dengan air yang memengaruhi pH berdasarkan kekuatan pasangan asam-basa konjugasi. Urutan buku teks, penyederhanaan guru, dan latihan algoritmik dapat memperkuat miskonsepsi secara

tidak sengaja. Audit representasi dan bahasa pengajaran diperlukan sebelum menyalahkan peserta didik. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa semua garam dianggap netral atau hidrolisis dianggap pemecahan oleh air secara mekanis. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

16.17.13 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk hidrolisis garam perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Untuk mencegah hafalan tanpa makna, hidrolisis garam dipahami sebagai reaksi ion garam dengan air yang memengaruhi pH berdasarkan kekuatan pasangan asam-basa konjugasi. Pertanyaan terbuka harus memancing prediksi, alasan, bukti, dan penjelasan mekanistik. Respons tertulis sebaiknya ditindaklanjuti dengan pertanyaan klarifikasi singkat. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa semua garam dianggap netral atau hidrolisis dianggap pemecahan oleh air secara mekanis. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti NH_4Cl , CH_3COONa , Na_2CO_3 dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi K_a/K_b konjugat. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu

menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi asam-basa dan kesetimbangan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

16.17.14 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan

Dalam pembelajaran kimia SMA, hidrolisis garam dipahami sebagai reaksi ion garam dengan air yang memengaruhi pH berdasarkan kekuatan pasangan asam-basa konjugasi. Tes bertingkat memisahkan pilihan jawaban, alasan, dan keyakinan sehingga tebakan dapat dibedakan dari pemahaman. Distraktor harus berasal dari pola konsepsi yang benar-benar ditemukan dalam wawancara atau literatur. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa semua garam dianggap netral atau hidrolisis dianggap pemecahan oleh air secara mekanis. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti NH_4Cl , CH_3COONa , Na_2CO_3 dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi K_a/K_b konjugat. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi asam-basa dan kesetimbangan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini

konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk hidrolisis garam perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

16.17.15 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi asam-basa dan kesetimbangan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk hidrolisis garam perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dari sudut pandang pedagogical content knowledge, hidrolisis garam dipahami sebagai reaksi ion garam dengan air yang memengaruhi pH berdasarkan kekuatan pasangan asam-basa konjugasi. Tugas menggambar dan Predict-Observe-Explain mengungkap hubungan antara model mental dan fenomena. Perbedaan prediksi dan observasi tidak otomatis mengubah konsep tanpa fase penjelasan dan rekonsiliasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa semua garam dianggap netral atau hidrolisis dianggap pemecahan oleh air secara mekanis. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti NH_4Cl , CH_3COONa , Na_2CO_3 dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi K_a/K_b konjugat. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

16.17.16 Analisis Respons dan Peta Bukti

Remediasi untuk hidrolisis garam perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat makroskopik, hidrolisis garam dipahami sebagai reaksi ion garam dengan air yang memengaruhi pH berdasarkan kekuatan pasangan asam-basa konjugasi. Analisis respons perlu menggunakan peta bukti, bukan keputusan berdasarkan satu butir. Konsistensi lintas konteks, representasi, dan waktu menentukan kuat-lemahnya klaim diagnostik. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa semua garam dianggap netral atau hidrolisis dianggap pemecahan oleh air secara mekanis. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti NH_4Cl , CH_3COONa , Na_2CO_3 dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi K_a/K_b konjugat. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi asam-basa dan kesetimbangan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

16.17.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa semua garam dianggap netral atau hidrolisis dianggap pemecahan oleh air secara mekanis. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti NH_4Cl , CH_3COONa , Na_2CO_3 dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi K_a/K_b konjugat. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi asam-basa dan kesetimbangan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk hidrolisis garam perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat submikroskopik, hidrolisis garam dipahami sebagai reaksi ion garam dengan air yang memengaruhi pH berdasarkan kekuatan pasangan asam-basa konjugasi. Konflik kognitif efektif bila anomali dipahami, relevan, dan diikuti model alternatif yang lebih produktif. Kejutan tanpa dukungan dapat membuat peserta didik mengabaikan data atau menghafal pengecualian. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

16.17.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk hidrolisis garam perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam representasi simbolik, hidrolisis garam dipahami sebagai reaksi ion garam dengan air yang memengaruhi pH berdasarkan kekuatan pasangan asam-basa konjugasi. Representasi majemuk harus dikoordinasikan, bukan sekadar ditampilkan berdampingan. Prompt penghubung perlu menanyakan apa yang tetap, berubah, dan diwakili pada setiap bentuk. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa semua garam dianggap netral atau hidrolisis dianggap pemecahan oleh air secara mekanis. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti NH_4Cl , CH_3COONa , Na_2CO_3 dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi K_a/K_b konjugat. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi asam-basa dan kesetimbangan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

16.17.19 Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai

bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara diagnostik, hidrolisis garam dipahami sebagai reaksi ion garam dengan air yang memengaruhi pH berdasarkan kekuatan pasangan asam-basa konjugasi. Praktikum, simulasi, dan argumentasi memberi ruang untuk menguji klaim dengan data. Kegiatan harus dirancang agar variabel, prediksi, ketidakpastian, dan batas model dibahas secara eksplisit. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa semua garam dianggap netral atau hidrolisis dianggap pemecahan oleh air secara mekanis. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti NH_4Cl , CH_3COONa , Na_2CO_3 dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi K_a/K_b konjugat. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi asam-basa dan kesetimbangan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk hidrolisis garam perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

16.17.20 *Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut*

Konteks seperti NH_4Cl , CH_3COONa , Na_2CO_3 dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi K_a/K_b konjugat. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi asam-basa dan kesetimbangan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk hidrolisis garam perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara epistemologis, hidrolisis garam dipahami sebagai reaksi ion garam dengan air yang memengaruhi pH berdasarkan kekuatan pasangan asam-basa konjugasi. Perubahan konseptual dinilai melalui transfer ke masalah baru dan retensi setelah jeda waktu. Tindak lanjut harus membedakan penguasaan prosedur dari kemampuan menjelaskan dan mengevaluasi bukti. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa semua garam dianggap netral atau hidrolisis dianggap pemecahan oleh air secara mekanis. Anggapan tersebut dapat bertahan

karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Ringkasan Diagnostik 16.17

- Konsep sasaran: reaksi ion garam dengan air yang memengaruhi pH berdasarkan kekuatan pasangan asam-basa konjugasi.
- Miskonsepsi prioritas: semua garam dianggap netral atau hidrolisis dianggap pemecahan oleh air secara mekanis.
- Representasi minimum: fenomena NH_4Cl , CH_3COONa , Na_2CO_3 , model partikel, dan simbol K_a/K_b konjugat.
- Bukti minimum: satu pertanyaan terbuka, satu butir bertingkat, satu tugas representasi, dan satu konteks transfer.
- Keputusan pedagogis: remediasi didasarkan pada pola alasan dan keyakinan, bukan pada skor tunggal.

16.18 Larutan Penyangga

Subbab ini memusatkan perhatian pada larutan penyangga sebagai bagian dari jejaring konsep bab. Tujuannya adalah membangun definisi yang presisi, mengidentifikasi batas penerapan, mengungkap pola miskonsepsi, dan menyediakan perangkat diagnosis serta remediasi yang dapat diterapkan di kelas XI.

16.18.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep

Konteks seperti $\text{CH}_3\text{COOH}/\text{CH}_3\text{COO}^-$ dan $\text{NH}_3/\text{NH}_4^+$ dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi Henderson-Hasselbalch dengan batas. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi kesetimbangan, stoikiometri, dan logaritma. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk larutan penyangga perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Ketika peserta didik memecahkan soal, larutan penyangga dipahami sebagai sistem yang menahan perubahan pH terbatas melalui pasangan asam-basa konjugasi dan kapasitas tertentu. Penjelasan harus dimulai dari definisi yang dapat dioperasionalkan dalam pengamatan, perhitungan, dan komunikasi ilmiah. Batas konsep perlu dinyatakan agar istilah yang berdekatan tidak saling dipertukarkan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa buffer dianggap mempertahankan pH secara mutlak atau harus selalu pH 7. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

16.18.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk larutan penyangga perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai

bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Untuk mencegah hafalan tanpa makna, larutan penyangga dipahami sebagai sistem yang menahan perubahan pH terbatas melalui pasangan asam-basa konjugasi dan kapasitas tertentu. Konsep ini berada dalam jejaring pengetahuan, bukan unit hafalan yang berdiri sendiri. Prasyarat yang rapuh akan membuat peserta didik menggunakan aturan permukaan sebagai pengganti penalaran. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa buffer dianggap mempertahankan pH secara mutlak atau harus selalu pH 7. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti $\text{CH}_3\text{COOH}/\text{CH}_3\text{COO}^-$ dan $\text{NH}_3/\text{NH}_4^+$ dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi Henderson-Hasselbalch dengan batas. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi kesetimbangan, stoikiometri, dan logaritma. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

16.18.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan

Dalam pembelajaran kimia SMA, larutan penyangga dipahami sebagai sistem yang menahan perubahan pH terbatas melalui pasangan asam-basa konjugasi dan kapasitas tertentu. Fenomena makroskopik berfungsi sebagai sumber bukti, tetapi tidak dengan sendirinya menjelaskan mekanisme. Pengamatan harus dipisahkan dari inferensi agar peserta didik tidak menganggap kesan inderawi sebagai definisi ilmiah. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa buffer dianggap mempertahankan pH secara mutlak atau harus selalu pH 7. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti $\text{CH}_3\text{COOH}/\text{CH}_3\text{COO}^-$ dan $\text{NH}_3/\text{NH}_4^+$ dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi Henderson-Hasselbalch dengan batas. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi kesetimbangan, stoikiometri, dan logaritma. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk larutan penyangga perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

16.18.4 Model Submikroskopik

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi kesetimbangan, stoikiometri, dan logaritma. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga

pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk larutan penyangga perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dari sudut pandang pedagogical content knowledge, larutan penyangga dipahami sebagai sistem yang menahan perubahan pH terbatas melalui pasangan asam-basa konjugasi dan kapasitas tertentu. Model submikroskopik menjelaskan perilaku partikel, interaksi, distribusi, dan perubahan yang tidak tampak langsung. Model harus disebut sebagai representasi dengan asumsi dan keterbatasan, bukan foto literal realitas. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa buffer dianggap mempertahankan pH secara mutlak atau harus selalu pH 7. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti $\text{CH}_3\text{COOH}/\text{CH}_3\text{COO}^-$ dan $\text{NH}_3/\text{NH}_4^+$ dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi Henderson-Hasselbalch dengan batas. Hubungan ini tidak bersifat

otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

16.18.5 Bahasa Simbolik dan Matematis

Remediasi untuk larutan penyangga perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat makroskopik, larutan penyangga dipahami sebagai sistem yang menahan perubahan pH terbatas melalui pasangan asam-basa konjugasi dan kapasitas tertentu. Simbol dan persamaan memadatkan hubungan kuantitatif, tetapi setiap tanda harus dihubungkan dengan makna fisiknya. Manipulasi aljabar tanpa interpretasi satuan, tanda, dan kondisi mudah menghasilkan jawaban benar secara kebetulan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa buffer dianggap mempertahankan pH secara mutlak atau harus selalu pH 7. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti $\text{CH}_3\text{COOH}/\text{CH}_3\text{COO}^-$ dan $\text{NH}_3/\text{NH}_4^+$ dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi Henderson-Hasselbalch dengan batas. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi kesetimbangan, stoikiometri, dan logaritma. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh

Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

16.18.6 Koordinasi Antarrepresentasi

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa buffer dianggap mempertahankan pH secara mutlak atau harus selalu pH 7. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti $\text{CH}_3\text{COOH}/\text{CH}_3\text{COO}^-$ dan $\text{NH}_3/\text{NH}_4^+$ dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi Henderson-Hasselbalch dengan batas. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi kesetimbangan, stoikiometri, dan logaritma. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk larutan penyangga perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus

menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat submikroskopik, larutan penyangga dipahami sebagai sistem yang menahan perubahan pH terbatas melalui pasangan asam-basa konjugasi dan kapasitas tertentu. Pemahaman matang tampak ketika peserta didik dapat berpindah konsisten antara fenomena, partikel, simbol, grafik, dan bahasa verbal. Ketidakselarasan antarrepresentasi merupakan indikator penting adanya pengetahuan yang terfragmentasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

16.18.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk larutan penyangga perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam representasi simbolik, larutan penyangga dipahami sebagai sistem yang menahan perubahan pH terbatas melalui pasangan asam-basa konjugasi dan kapasitas tertentu. Contoh positif perlu dipasangkan dengan noncontoh dan kasus batas supaya kategori tidak dibangun dari satu ciri dangkal. Kasus batas menuntut peserta didik menjelaskan alasan, kondisi, dan

tingkat idealisasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa buffer dianggap mempertahankan pH secara mutlak atau harus selalu pH 7. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti $\text{CH}_3\text{COOH}/\text{CH}_3\text{COO}^-$ dan $\text{NH}_3/\text{NH}_4^+$ dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi Henderson-Hasselbalch dengan batas. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi kesetimbangan, stoikiometri, dan logaritma. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

16.18.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara diagnostik, larutan penyangga dipahami sebagai sistem yang menahan perubahan pH terbatas melalui pasangan asam-basa konjugasi dan kapasitas tertentu. Miskonsepsi inti biasanya masuk akal dari sudut pengalaman awal sehingga tidak efektif hanya diberi label salah. Guru perlu menemukan aturan intuitif yang digunakan dan menunjukkan di mana aturan itu gagal. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa buffer dianggap mempertahankan pH secara mutlak atau harus selalu pH 7. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti $\text{CH}_3\text{COOH}/\text{CH}_3\text{COO}^-$ dan $\text{NH}_3/\text{NH}_4^+$ dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi Henderson-Hasselbalch dengan batas. Hubungan ini tidak bersifat

otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi kesetimbangan, stoikiometri, dan logaritma. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk larutan penyangga perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

16.18.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif

Konteks seperti $\text{CH}_3\text{COOH}/\text{CH}_3\text{COO}^-$ dan $\text{NH}_3/\text{NH}_4^+$ dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi Henderson-Hasselbalch dengan batas. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi kesetimbangan, stoikiometri, dan logaritma. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh

Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk larutan penyangga perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara epistemologis, larutan penyangga dipahami sebagai sistem yang menahan perubahan pH terbatas melalui pasangan asam-basa konjugasi dan kapasitas tertentu. Satu jawaban salah dapat muncul dari beberapa pola penalaran alternatif yang berbeda. Variasi respons perlu dipetakan berdasarkan alasan, representasi, dan tingkat keyakinan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa buffer dianggap mempertahankan pH secara mutlak atau harus selalu pH 7. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

16.18.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk larutan penyangga perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam konteks laboratorium, larutan penyangga dipahami sebagai sistem yang menahan perubahan pH terbatas melalui pasangan asam-basa konjugasi dan kapasitas tertentu. Bahasa sehari-hari sering menggunakan kata yang sama dengan makna berbeda dari terminologi ilmiah. Peralihan register bahasa harus diajarkan eksplisit agar istilah familiar tidak membawa asumsi yang keliru. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa buffer dianggap mempertahankan pH secara mutlak atau harus selalu pH 7. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti $\text{CH}_3\text{COOH}/\text{CH}_3\text{COO}^-$ dan $\text{NH}_3/\text{NH}_4^+$ dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi Henderson-Hasselbalch dengan batas. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi kesetimbangan, stoikiometri, dan logaritma. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

16.18.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi

Ketika peserta didik memecahkan soal, larutan penyangga dipahami sebagai sistem yang menahan perubahan pH terbatas melalui pasangan asam-basa konjugasi dan kapasitas tertentu. Gambar dan analogi dapat membantu sekaligus menyesatkan bila fitur pemetaan dan batasnya tidak dijelaskan. Peserta didik perlu diminta menyebut bagian analogi yang sesuai dan yang tidak sesuai. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa buffer dianggap mempertahankan pH secara mutlak atau harus selalu pH 7. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti $\text{CH}_3\text{COOH}/\text{CH}_3\text{COO}^-$ dan $\text{NH}_3/\text{NH}_4^+$ dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi Henderson-Hasselbalch dengan batas. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi kesetimbangan, stoikiometri, dan logaritma. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk larutan penyangga perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

16.18.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi kesetimbangan, stoikiometri, dan logaritma. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga

pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk larutan penyangga perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Untuk mencegah hafalan tanpa makna, larutan penyangga dipahami sebagai sistem yang menahan perubahan pH terbatas melalui pasangan asam-basa konjugasi dan kapasitas tertentu. Urutan buku teks, penyederhanaan guru, dan latihan algoritmik dapat memperkuat miskonsepsi secara tidak sengaja. Audit representasi dan bahasa pengajaran diperlukan sebelum menyalahkan peserta didik. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa buffer dianggap mempertahankan pH secara mutlak atau harus selalu pH 7. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti $\text{CH}_3\text{COOH}/\text{CH}_3\text{COO}^-$ dan $\text{NH}_3/\text{NH}_4^+$ dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi Henderson-Hasselbalch dengan batas. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

16.18.13 *Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka*

Remediasi untuk larutan penyangga perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam pembelajaran kimia SMA, larutan penyangga dipahami sebagai sistem yang menahan perubahan pH terbatas melalui pasangan asam-basa konjugasi dan kapasitas tertentu. Pertanyaan terbuka harus memancing prediksi, alasan, bukti, dan penjelasan mekanistik. Respons tertulis sebaiknya ditindaklanjuti dengan pertanyaan klarifikasi singkat. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa buffer dianggap mempertahankan pH secara mutlak atau harus selalu pH 7. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti $\text{CH}_3\text{COOH}/\text{CH}_3\text{COO}^-$ dan $\text{NH}_3/\text{NH}_4^+$ dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi Henderson-Hasselbalch dengan batas. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi kesetimbangan, stoikiometri, dan logaritma. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

16.18.14 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa buffer dianggap mempertahankan pH secara mutlak atau harus selalu pH 7. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti $\text{CH}_3\text{COOH}/\text{CH}_3\text{COO}^-$ dan $\text{NH}_3/\text{NH}_4^+$ dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi Henderson-Hasselbalch dengan batas. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi kesetimbangan, stoikiometri, dan logaritma. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk larutan penyangga perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dari sudut pandang pedagogical content knowledge, larutan penyangga dipahami sebagai sistem yang menahan perubahan pH terbatas melalui pasangan asam-basa konjugasi dan kapasitas tertentu. Tes bertingkat memisahkan pilihan jawaban, alasan, dan keyakinan sehingga tebakan dapat dibedakan dari pemahaman. Distraktor harus berasal dari pola konsepsi yang benar-benar ditemukan dalam wawancara atau literatur. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

16.18.15 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk larutan penyangga perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat makroskopik, larutan penyangga dipahami sebagai sistem yang menahan perubahan pH terbatas melalui pasangan asam-basa konjugasi dan kapasitas tertentu. Tugas menggambar dan Predict-Observe-Explain mengungkap hubungan antara model mental dan fenomena. Perbedaan prediksi dan observasi tidak otomatis mengubah konsep tanpa fase penjelasan dan rekonsiliasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa buffer dianggap mempertahankan pH secara mutlak atau harus selalu pH 7. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti $\text{CH}_3\text{COOH}/\text{CH}_3\text{COO}^-$ dan $\text{NH}_3/\text{NH}_4^+$ dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi Henderson-Hasselbalch dengan batas. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi kesetimbangan, stoikiometri, dan logaritma. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

16.18.16 Analisis Respons dan Peta Bukti

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat submikroskopik, larutan penyangga dipahami sebagai sistem yang menahan perubahan pH terbatas melalui pasangan asam-basa konjugasi dan kapasitas tertentu. Analisis respons perlu menggunakan peta bukti, bukan keputusan berdasarkan satu butir. Konsistensi lintas konteks, representasi, dan waktu menentukan kuat-lemahnya klaim diagnostik. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa buffer dianggap mempertahankan pH secara mutlak atau harus selalu pH 7. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti $\text{CH}_3\text{COOH}/\text{CH}_3\text{COO}^-$ dan $\text{NH}_3/\text{NH}_4^+$ dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi Henderson-Hasselbalch dengan batas. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi kesetimbangan, stoikiometri, dan logaritma. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk larutan penyangga perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

16.18.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah

Konteks seperti $\text{CH}_3\text{COOH}/\text{CH}_3\text{COO}^-$ dan $\text{NH}_3/\text{NH}_4^+$ dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi Henderson-Hasselbalch dengan batas. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi kesetimbangan, stoikiometri, dan logaritma. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk larutan penyangga perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam representasi simbolik, larutan penyangga dipahami sebagai sistem yang menahan perubahan pH terbatas melalui pasangan asam-basa konjugasi dan kapasitas tertentu. Konflik kognitif efektif bila anomali dipahami, relevan, dan diikuti model alternatif yang lebih produktif. Kejutan tanpa dukungan dapat membuat peserta didik mengabaikan data atau menghafal pengecualian. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa buffer dianggap mempertahankan pH secara mutlak atau harus selalu pH 7. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

16.18.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk larutan penyangga perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai

bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara diagnostik, larutan penyangga dipahami sebagai sistem yang menahan perubahan pH terbatas melalui pasangan asam-basa konjugasi dan kapasitas tertentu. Representasi majemuk harus dikoordinasikan, bukan sekadar ditampilkan berdampingan. Prompt penghubung perlu menanyakan apa yang tetap, berubah, dan diwakili pada setiap bentuk. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa buffer dianggap mempertahankan pH secara mutlak atau harus selalu pH 7. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti $\text{CH}_3\text{COOH}/\text{CH}_3\text{COO}^-$ dan $\text{NH}_3/\text{NH}_4^+$ dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi Henderson-Hasselbalch dengan batas. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi kesetimbangan, stoikiometri, dan logaritma. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

16.18.19 Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif

Secara epistemologis, larutan penyangga dipahami sebagai sistem yang menahan perubahan pH terbatas melalui pasangan asam-basa konjugasi dan kapasitas tertentu. Praktikum, simulasi, dan argumentasi memberi ruang untuk menguji klaim dengan data. Kegiatan harus dirancang agar variabel, prediksi, ketidakpastian, dan batas model dibahas secara eksplisit. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa buffer dianggap mempertahankan pH secara mutlak atau harus selalu pH 7. Anggapan tersebut dapat bertahan

karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti $\text{CH}_3\text{COOH}/\text{CH}_3\text{COO}^-$ dan $\text{NH}_3/\text{NH}_4^+$ dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi Henderson-Hasselbalch dengan batas. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi kesetimbangan, stoikiometri, dan logaritma. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk larutan penyangga perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

16.18.20 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi kesetimbangan, stoikiometri, dan logaritma. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil,

remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk larutan penyangga perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam konteks laboratorium, larutan penyangga dipahami sebagai sistem yang menahan perubahan pH terbatas melalui pasangan asam-basa konjugasi dan kapasitas tertentu. Perubahan konseptual dinilai melalui transfer ke masalah baru dan retensi setelah jeda waktu. Tindak lanjut harus membedakan penguasaan prosedur dari kemampuan menjelaskan dan mengevaluasi bukti. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa buffer dianggap mempertahankan pH secara mutlak atau harus selalu pH 7. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti $\text{CH}_3\text{COOH}/\text{CH}_3\text{COO}^-$ dan $\text{NH}_3/\text{NH}_4^+$ dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi Henderson-Hasselbalch dengan batas. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Ringkasan Diagnostik 16.18

- Konsep sasaran: sistem yang menahan perubahan pH terbatas melalui pasangan asam-basa konjugasi dan kapasitas tertentu.
- Miskonsepsi prioritas: buffer dianggap mempertahankan pH secara mutlak atau harus selalu pH 7.
- Representasi minimum: fenomena $\text{CH}_3\text{COOH}/\text{CH}_3\text{COO}^-$ dan $\text{NH}_3/\text{NH}_4^+$, model partikel, dan simbol Henderson-Hasselbalch dengan batas.
- Bukti minimum: satu pertanyaan terbuka, satu butir bertingkat, satu tugas representasi, dan satu konteks transfer.
- Keputusan pedagogis: remediasi didasarkan pada pola alasan dan keyakinan, bukan pada skor tunggal.

16.19 Titration Asam-Basa

Subbab ini memusatkan perhatian pada titrasi asam-basa sebagai bagian dari jejaring konsep bab. Tujuannya adalah membangun definisi yang presisi, mengidentifikasi batas penerapan, mengungkap pola miskonsepsi, dan menyediakan perangkat diagnosis serta remediasi yang dapat diterapkan di kelas XI.

16.19.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi stoikiometri dan pH. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk titrasi asam-basa perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Untuk mencegah hafalan tanpa makna, titrasi asam-basa dipahami sebagai prosedur analitik berdasarkan stoikiometri reaksi dan pemantauan perubahan pH atau indikator. Penjelasan harus dimulai dari definisi yang dapat dioperasionalkan dalam pengamatan, perhitungan, dan komunikasi ilmiah. Batas konsep perlu dinyatakan agar istilah yang berdekatan tidak saling dipertukarkan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa titrasi dianggap sekadar mencampur sampai warna berubah dan kurva semua titrasi sama. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti titrasi kuat-kuat dan lemah-kuat dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi n_{asam} ekuivalen n_{basa} . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

16.19.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat

Remediasi untuk titrasi asam-basa perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam pembelajaran kimia SMA, titrasi asam-basa dipahami sebagai prosedur analitik berdasarkan stoikiometri reaksi dan pemantauan perubahan pH atau indikator. Konsep ini berada dalam jejaring pengetahuan, bukan unit hafalan yang berdiri sendiri. Prasyarat yang rapuh akan membuat peserta didik menggunakan aturan permukaan sebagai pengganti penalaran. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa titrasi dianggap sekadar mencampur sampai warna berubah dan kurva semua titrasi sama. Anggapan tersebut dapat

bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti titrasi kuat-kuat dan lemah-kuat dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi n_{asam} ekuivalen n_{basa} . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi stoikiometri dan pH. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

16.19.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa titrasi dianggap sekadar mencampur sampai warna berubah dan kurva semua titrasi sama. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti titrasi kuat-kuat dan lemah-kuat dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi n_{asam} ekuivalen n_{basa} . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi stoikiometri dan pH. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk

memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk titrasi asam-basa perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dari sudut pandang pedagogical content knowledge, titrasi asam-basa dipahami sebagai prosedur analitik berdasarkan stoikiometri reaksi dan pemantauan perubahan pH atau indikator. Fenomena makroskopik berfungsi sebagai sumber bukti, tetapi tidak dengan sendirinya menjelaskan mekanisme. Pengamatan harus dipisahkan dari inferensi agar peserta didik tidak menganggap kesan inderawi sebagai definisi ilmiah. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

16.19.4 Model Submikroskopik

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan

beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk titrasi asam-basa perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat makroskopik, titrasi asam-basa dipahami sebagai prosedur analitik berdasarkan stoikiometri reaksi dan pemantauan perubahan pH atau indikator. Model submikroskopik menjelaskan perilaku partikel, interaksi, distribusi, dan perubahan yang tidak tampak langsung. Model harus disebut sebagai representasi dengan asumsi dan keterbatasan, bukan foto literal realitas. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa titrasi dianggap sekadar mencampur sampai warna berubah dan kurva semua titrasi sama. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti titrasi kuat-kuat dan lemah-kuat dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi n_{asam} ekuivalen n_{basa} . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi stoikiometri dan pH. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

16.19.5 Bahasa Simbolik dan Matematis

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat submikroskopik, titrasi asam-basa dipahami sebagai prosedur analitik berdasarkan stoikiometri reaksi dan pemantauan perubahan pH atau indikator. Simbol dan persamaan memadatkan hubungan kuantitatif, tetapi setiap tanda harus dihubungkan dengan makna fisisnya. Manipulasi aljabar tanpa interpretasi satuan, tanda, dan kondisi mudah menghasilkan jawaban benar secara kebetulan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa titrasi dianggap sekadar mencampur sampai warna berubah dan kurva semua titrasi sama. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti titrasi kuat-kuat dan lemah-kuat dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi n_{asam} ekuivalen n_{basa} . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi stoikiometri dan pH. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk titrasi asam-basa perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

16.19.6 Koordinasi Antarrepresentasi

Konteks seperti titrasi kuat-kuat dan lemah-kuat dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi n_{asam} ekuivalen n_{basa} . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi stoikiometri dan pH. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk titrasi asam-basa perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam representasi simbolik, titrasi asam-basa dipahami sebagai prosedur analitik berdasarkan stoikiometri reaksi dan pemantauan perubahan pH atau indikator. Pemahaman matang tampak ketika peserta didik dapat berpindah konsisten antara fenomena, partikel, simbol, grafik, dan bahasa verbal. Ketidakselarasan antarrepresentasi merupakan indikator penting adanya pengetahuan yang terfragmentasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa titrasi dianggap sekadar mencampur sampai warna berubah dan kurva semua titrasi sama. Anggapan tersebut dapat

bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

16.19.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk titrasi asam-basa perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara diagnostik, titrasi asam-basa dipahami sebagai prosedur analitik berdasarkan stoikiometri reaksi dan pemantauan perubahan pH atau indikator. Contoh positif perlu dipasangkan dengan noncontoh dan kasus batas supaya kategori tidak dibangun dari satu ciri dangkal. Kasus batas menuntut peserta didik menjelaskan alasan, kondisi, dan tingkat idealisasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa titrasi dianggap sekadar mencampur sampai warna berubah dan kurva semua titrasi sama. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti titrasi kuat-kuat dan lemah-kuat dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi n_{asam} ekuivalen n_{basa} . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi stoikiometri dan pH. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan

pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

16.19.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul

Secara epistemologis, titrasi asam-basa dipahami sebagai prosedur analitik berdasarkan stoikiometri reaksi dan pemantauan perubahan pH atau indikator. Miskonsepsi inti biasanya masuk akal dari sudut pengalaman awal sehingga tidak efektif hanya diberi label salah. Guru perlu menemukan aturan intuitif yang digunakan dan menunjukkan di mana aturan itu gagal. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa titrasi dianggap sekadar mencampur sampai warna berubah dan kurva semua titrasi sama. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti titrasi kuat-kuat dan lemah-kuat dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi n_{asam} ekuivalen n_{basa} . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi stoikiometri dan pH. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan

beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk titrasi asam-basa perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

16.19.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi stoikiometri dan pH. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk titrasi asam-basa perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam konteks laboratorium, titrasi asam-basa dipahami sebagai prosedur analitik berdasarkan stoikiometri reaksi dan pemantauan perubahan pH atau indikator. Satu jawaban salah dapat muncul dari beberapa pola penalaran alternatif yang berbeda. Variasi respons perlu dipetakan berdasarkan alasan, representasi, dan tingkat keyakinan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa titrasi dianggap sekadar mencampur sampai warna berubah dan kurva semua titrasi sama. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti titrasi kuat-kuat dan lemah-kuat dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi n_{asam} ekuivalen n_{basa} . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

16.19.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari

Remediasi untuk titrasi asam-basa perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Ketika peserta didik memecahkan soal, titrasi asam-basa dipahami sebagai prosedur analitik berdasarkan stoikiometri reaksi dan pemantauan perubahan pH atau indikator. Bahasa sehari-hari sering menggunakan kata yang sama dengan makna berbeda dari terminologi ilmiah. Peralihan register bahasa harus diajarkan eksplisit agar istilah familiar tidak membawa asumsi yang keliru. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa titrasi dianggap sekadar mencampur sampai warna berubah dan kurva semua titrasi sama. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti titrasi kuat-kuat dan lemah-kuat dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi n_{asam} ekuivalen n_{basa} . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi stoikiometri dan pH. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

16.19.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa titrasi dianggap sekadar mencampur sampai warna berubah dan kurva semua titrasi sama. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti titrasi kuat-kuat dan lemah-kuat dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi n_{asam} ekuivalen n_{basa} . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi stoikiometri dan pH. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk titrasi asam-basa perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Untuk mencegah hafalan tanpa makna, titrasi asam-basa dipahami sebagai prosedur analitik berdasarkan stoikiometri reaksi dan pemantauan perubahan pH atau indikator. Gambar dan analogi dapat membantu sekaligus menyesatkan bila fitur pemetaan dan batasnya tidak dijelaskan. Peserta didik perlu diminta menyebut bagian analogi yang sesuai dan yang tidak sesuai. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

16.19.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk titrasi asam-basa perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam pembelajaran kimia SMA, titrasi asam-basa dipahami sebagai prosedur analitik berdasarkan stoikiometri reaksi dan pemantauan perubahan pH atau indikator. Urutan buku teks, penyederhanaan guru, dan latihan algoritmik dapat memperkuat miskonsepsi secara tidak sengaja. Audit representasi dan bahasa pengajaran diperlukan sebelum menyalahkan peserta didik. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa titrasi dianggap sekadar mencampur sampai warna berubah dan kurva semua titrasi sama. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti titrasi kuat-kuat dan lemah-kuat dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi n_{asam} ekuivalen n_{basa} . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi stoikiometri dan pH. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

16.19.13 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dari sudut pandang pedagogical content knowledge, titrasi asam-basa dipahami sebagai prosedur analitik berdasarkan stoikiometri reaksi dan pemantauan perubahan pH atau indikator. Pertanyaan terbuka harus memancing prediksi, alasan, bukti, dan penjelasan

mekanistik. Respons tertulis sebaiknya ditindaklanjuti dengan pertanyaan klarifikasi singkat. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa titrasi dianggap sekadar mencampur sampai warna berubah dan kurva semua titrasi sama. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti titrasi kuat-kuat dan lemah-kuat dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi n_{asam} ekuivalen n_{basa} . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi stoikiometri dan pH. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk titrasi asam-basa perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

16.19.14 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan

Konteks seperti titrasi kuat-kuat dan lemah-kuat dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi n_{asam} ekuivalen n_{basa} . Hubungan ini tidak bersifat otomatis:

peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi stoikiometri dan pH. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk titrasi asam-basa perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat makroskopik, titrasi asam-basa dipahami sebagai prosedur analitik berdasarkan stoikiometri reaksi dan pemantauan perubahan pH atau indikator. Tes bertingkat memisahkan pilihan jawaban, alasan, dan keyakinan sehingga tebakan dapat dibedakan dari pemahaman. Distraktor harus berasal dari pola konsepsi yang benar-benar ditemukan dalam wawancara atau literatur. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa titrasi dianggap sekadar mencampur sampai warna berubah dan kurva semua titrasi sama. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

16.19.15 *Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain*

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk titrasi asam-basa perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat submikroskopik, titrasi asam-basa dipahami sebagai prosedur analitik berdasarkan stoikiometri reaksi dan pemantauan perubahan pH atau indikator. Tugas menggambar dan Predict-Observe-Explain mengungkap hubungan antara model mental dan fenomena. Perbedaan prediksi dan observasi tidak otomatis mengubah konsep tanpa fase penjelasan dan rekonsiliasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa titrasi dianggap sekadar mencampur sampai warna berubah dan kurva semua titrasi sama. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti titrasi kuat-kuat dan lemah-kuat dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi n_{asam} ekuivalen n_{basa} . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi stoikiometri dan pH. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan

tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

16.19.16 Analisis Respons dan Peta Bukti

Dalam representasi simbolik, titrasi asam-basa dipahami sebagai prosedur analitik berdasarkan stoikiometri reaksi dan pemantauan perubahan pH atau indikator. Analisis respons perlu menggunakan peta bukti, bukan keputusan berdasarkan satu butir. Konsistensi lintas konteks, representasi, dan waktu menentukan kuat-lemahnya klaim diagnostik. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa titrasi dianggap sekadar mencampur sampai warna berubah dan kurva semua titrasi sama. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti titrasi kuat-kuat dan lemah-kuat dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi n_{asam} ekuivalen n_{basa} . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi stoikiometri dan pH. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk titrasi asam-basa perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

16.19.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi stoikiometri dan pH. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk titrasi asam-basa perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara diagnostik, titrasi asam-basa dipahami sebagai prosedur analitik berdasarkan stoikiometri reaksi dan pemantauan perubahan pH atau indikator. Konflik kognitif efektif bila anomali dipahami, relevan, dan diikuti model alternatif yang lebih produktif. Kejutan tanpa dukungan dapat membuat peserta didik mengabaikan data atau menghafal pengecualian.

Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa titrasi dianggap sekadar mencampur sampai warna berubah dan kurva semua titrasi sama. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti titrasi kuat-kuat dan lemah-kuat dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi n_{asam} ekuivalen n_{basa} . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

16.19.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk

Remediasi untuk titrasi asam-basa perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara epistemologis, titrasi asam-basa dipahami sebagai prosedur analitik berdasarkan stoikiometri reaksi dan pemantauan perubahan pH atau indikator. Representasi majemuk harus dikoordinasikan, bukan sekadar ditampilkan berdampingan. Prompt penghubung perlu menanyakan apa yang tetap, berubah, dan diwakili pada setiap bentuk. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa titrasi dianggap sekadar mencampur sampai warna berubah dan kurva semua titrasi sama. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti titrasi kuat-kuat dan lemah-kuat dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi n_{asam} ekuivalen n_{basa} . Hubungan ini tidak bersifat otomatis:

peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi stoikiometri dan pH. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

16.19.19 Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa titrasi dianggap sekadar mencampur sampai warna berubah dan kurva semua titrasi sama. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti titrasi kuat-kuat dan lemah-kuat dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi n_{asam} ekuivalen n_{basa} . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi stoikiometri dan pH. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh

Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk titrasi asam-basa perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam konteks laboratorium, titrasi asam-basa dipahami sebagai prosedur analitik berdasarkan stoikiometri reaksi dan pemantauan perubahan pH atau indikator. Praktikum, simulasi, dan argumentasi memberi ruang untuk menguji klaim dengan data. Kegiatan harus dirancang agar variabel, prediksi, ketidakpastian, dan batas model dibahas secara eksplisit. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

16.19.20 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk titrasi asam-basa perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Ketika peserta didik memecahkan soal, titrasi asam-basa dipahami sebagai prosedur analitik berdasarkan stoikiometri reaksi dan pemantauan perubahan pH atau indikator. Perubahan konseptual dinilai melalui transfer ke masalah baru dan retensi setelah jeda waktu. Tindak lanjut harus membedakan penguasaan prosedur dari kemampuan menjelaskan dan mengevaluasi bukti. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa titrasi dianggap sekadar mencampur sampai warna berubah dan kurva semua titrasi sama. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti titrasi kuat-kuat dan lemah-kuat dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi n_{asam} ekuivalen n_{basa} . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi stoikiometri dan pH. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Ringkasan Diagnostik 16.19

- Konsep sasaran: prosedur analitik berdasarkan stoikiometri reaksi dan pemantauan perubahan pH atau indikator.
- Miskonsepsi prioritas: titrasi dianggap sekadar mencampur sampai warna berubah dan kurva semua titrasi sama.
- Representasi minimum: fenomena titrasi kuat-kuat dan lemah-kuat, model partikel, dan simbol n_{asam} ekuivalen n_{basa} .
- Bukti minimum: satu pertanyaan terbuka, satu butir bertingkat, satu tugas representasi, dan satu konteks transfer.
- Keputusan pedagogis: remediasi didasarkan pada pola alasan dan keyakinan, bukan pada skor tunggal.

16.20 Titik Ekuivalen dan Titik Akhir

Subbab ini memusatkan perhatian pada titik ekuivalen dan titik akhir sebagai bagian dari jejaring konsep bab. Tujuannya adalah membangun definisi yang presisi, mengidentifikasi batas penerapan, mengungkap pola miskonsepsi, dan menyediakan perangkat diagnosis serta remediasi yang dapat diterapkan di kelas XI.

16.20.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk titik ekuivalen dan titik akhir perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam pembelajaran kimia SMA, titik ekuivalen dan titik akhir dipahami sebagai titik ekuivalen ditentukan stoikiometri sedangkan titik akhir merupakan sinyal eksperimen indikator atau instrumen. Penjelasan harus dimulai dari definisi yang dapat dioperasionalkan dalam pengamatan, perhitungan, dan komunikasi ilmiah. Batas konsep perlu dinyatakan agar istilah yang berdekatan tidak saling dipertukarkan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa keduanya dianggap selalu identik dan selalu pH 7. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti pemilihan indikator dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi galat titrasi. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi titrasi dan indikator. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

16.20.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dari sudut pandang pedagogical content knowledge, titik ekuivalen dan titik akhir dipahami sebagai titik ekuivalen ditentukan stoikiometri sedangkan titik akhir merupakan sinyal eksperimen indikator atau instrumen. Konsep ini berada dalam jejaring pengetahuan, bukan unit hafalan yang berdiri sendiri. Prasyarat yang rapuh akan membuat peserta didik menggunakan aturan permukaan sebagai pengganti penalaran. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa keduanya dianggap selalu identik dan selalu pH 7. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti pemilihan indikator dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi galat titrasi. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi titrasi dan indikator. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh

Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk titik ekuivalen dan titik akhir perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

16.20.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan

Konteks seperti pemilihan indikator dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi galat titrasi. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi titrasi dan indikator. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk titik ekuivalen dan titik akhir perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat makroskopik, titik ekuivalen dan titik akhir dipahami sebagai titik ekuivalen ditentukan stoikiometri sedangkan titik akhir merupakan sinyal eksperimen indikator atau instrumen. Fenomena makroskopik berfungsi sebagai sumber bukti, tetapi tidak dengan sendirinya menjelaskan mekanisme. Pengamatan harus dipisahkan dari inferensi agar peserta didik tidak menganggap kesan inderawi sebagai definisi ilmiah. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa keduanya dianggap selalu identik dan selalu pH 7. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

16.20.4 Model Submikroskopik

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk titik ekuivalen dan titik akhir perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat submikroskopik, titik ekuivalen dan titik akhir dipahami sebagai titik ekuivalen ditentukan stoikiometri sedangkan titik akhir merupakan sinyal eksperimen indikator atau instrumen. Model submikroskopik menjelaskan perilaku partikel, interaksi, distribusi, dan perubahan yang tidak tampak langsung. Model harus disebut sebagai representasi dengan asumsi dan keterbatasan, bukan foto literal realitas. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa keduanya dianggap selalu identik dan selalu pH 7. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti pemilihan indikator dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi galat titrasi. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi titrasi dan indikator. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

16.20.5 Bahasa Simbolik dan Matematis

Dalam representasi simbolik, titik ekuivalen dan titik akhir dipahami sebagai titik ekuivalen ditentukan stoikiometri sedangkan titik akhir merupakan sinyal eksperimen indikator atau instrumen. Simbol dan persamaan memadatkan hubungan kuantitatif, tetapi setiap tanda harus dihubungkan dengan makna fisisnya. Manipulasi aljabar tanpa interpretasi satuan, tanda, dan kondisi mudah menghasilkan jawaban benar secara kebetulan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa keduanya dianggap selalu identik dan selalu pH 7. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti pemilihan indikator dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi galat titrasi. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi titrasi dan indikator. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk

memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk titik ekuivalen dan titik akhir perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

16.20.6 Koordinasi Antarrepresentasi

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi titrasi dan indikator. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya,

jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk titik ekuivalen dan titik akhir perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara diagnostik, titik ekuivalen dan titik akhir dipahami sebagai titik ekuivalen ditentukan stoikiometri sedangkan titik akhir merupakan sinyal eksperimen indikator atau instrumen. Pemahaman matang tampak ketika peserta didik dapat berpindah konsisten antara fenomena, partikel, simbol, grafik, dan bahasa verbal. Ketidakselarasan antarrepresentasi merupakan indikator penting adanya pengetahuan yang terfragmentasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa keduanya dianggap selalu identik dan selalu pH 7. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti pemilihan indikator dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi galat titrasi. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

16.20.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas

Remediasi untuk titik ekuivalen dan titik akhir perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara epistemologis, titik ekuivalen dan titik akhir dipahami sebagai titik ekuivalen ditentukan stoikiometri sedangkan titik akhir merupakan sinyal eksperimen indikator atau instrumen.

Contoh positif perlu dipasangkan dengan noncontoh dan kasus batas supaya kategori tidak dibangun dari satu ciri dangkal. Kasus batas menuntut peserta didik menjelaskan alasan, kondisi, dan tingkat idealisasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa keduanya dianggap selalu identik dan selalu pH 7. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti pemilihan indikator dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi galat titrasi. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi titrasi dan indikator. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

16.20.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa keduanya dianggap selalu identik dan selalu pH 7. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti pemilihan indikator dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi galat titrasi. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi titrasi dan indikator. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk titik ekuivalen dan titik akhir perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam konteks laboratorium, titik ekuivalen dan titik akhir dipahami sebagai titik ekuivalen ditentukan stoikiometri sedangkan titik akhir merupakan sinyal eksperimen indikator atau instrumen. Miskonsepsi inti biasanya masuk akal dari sudut pengalaman awal sehingga tidak efektif hanya diberi label salah. Guru perlu menemukan aturan intuitif yang digunakan dan menunjukkan di mana aturan itu gagal. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

16.20.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk titik ekuivalen dan titik akhir perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Ketika peserta didik memecahkan soal, titik ekuivalen dan titik akhir dipahami sebagai titik ekuivalen ditentukan stoikiometri sedangkan titik akhir merupakan sinyal eksperimen indikator atau instrumen. Satu jawaban salah dapat muncul dari beberapa pola penalaran alternatif yang berbeda. Variasi respons perlu dipetakan berdasarkan alasan, representasi, dan tingkat keyakinan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa keduanya dianggap selalu identik dan selalu pH 7. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti pemilihan indikator dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi galat titrasi. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi titrasi dan indikator. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

16.20.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Untuk mencegah hafalan tanpa makna, titik ekuivalen dan titik akhir dipahami sebagai titik ekuivalen ditentukan stoikiometri sedangkan titik akhir merupakan sinyal eksperimen indikator atau instrumen. Bahasa sehari-hari sering menggunakan kata yang sama dengan makna berbeda dari terminologi ilmiah. Peralihan register bahasa harus diajarkan eksplisit agar istilah familiar tidak membawa asumsi yang keliru. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa keduanya dianggap selalu identik dan selalu pH 7. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti pemilihan indikator dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi galat titrasi. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi titrasi dan indikator. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk titik ekuivalen dan titik akhir perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

16.20.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi

Konteks seperti pemilihan indikator dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi galat titrasi. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi titrasi dan indikator. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk titik ekuivalen dan titik akhir perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam pembelajaran kimia SMA, titik ekuivalen dan titik akhir dipahami sebagai titik ekuivalen ditentukan stoikiometri sedangkan titik akhir merupakan sinyal eksperimen indikator atau instrumen. Gambar dan analogi dapat membantu sekaligus menyesatkan bila fitur pemetaan dan batasnya tidak dijelaskan. Peserta didik perlu diminta menyebut bagian analogi yang sesuai dan yang tidak sesuai. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa keduanya dianggap selalu identik dan selalu pH 7. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah.

Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

16.20.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk titik ekuivalen dan titik akhir perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dari sudut pandang pedagogical content knowledge, titik ekuivalen dan titik akhir dipahami sebagai titik ekuivalen ditentukan stoikiometri sedangkan titik akhir merupakan sinyal eksperimen indikator atau instrumen. Urutan buku teks, penyederhanaan guru, dan latihan algoritmik dapat memperkuat miskonsepsi secara tidak sengaja. Audit representasi dan bahasa pengajaran diperlukan sebelum menyalahkan peserta didik. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa keduanya dianggap selalu identik dan selalu pH 7. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti pemilihan indikator dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi galat titrasi. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi titrasi dan indikator. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

16.20.13 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka

Pada tingkat makroskopik, titik ekuivalen dan titik akhir dipahami sebagai titik ekuivalen ditentukan stoikiometri sedangkan titik akhir merupakan sinyal eksperimen indikator atau instrumen. Pertanyaan terbuka harus memancing prediksi, alasan, bukti, dan penjelasan mekanistik. Respons tertulis sebaiknya ditindaklanjuti dengan pertanyaan klarifikasi singkat. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa keduanya dianggap selalu identik dan selalu pH 7. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti pemilihan indikator dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi galat titrasi. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi titrasi dan indikator. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk titik ekuivalen dan titik akhir perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

16.20.14 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi titrasi dan indikator. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk titik ekuivalen dan titik akhir perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat submikroskopik, titik ekuivalen dan titik akhir dipahami sebagai titik ekuivalen ditentukan stoikiometri sedangkan titik akhir merupakan sinyal eksperimen indikator atau instrumen. Tes bertingkat memisahkan pilihan jawaban, alasan, dan keyakinan sehingga tebakan dapat dibedakan dari pemahaman. Distraktor harus berasal dari pola konsepsi yang

benar-benar ditemukan dalam wawancara atau literatur. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa keduanya dianggap selalu identik dan selalu pH 7. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti pemilihan indikator dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi galat titrasi. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

16.20.15 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain

Remediasi untuk titik ekuivalen dan titik akhir perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam representasi simbolik, titik ekuivalen dan titik akhir dipahami sebagai titik ekuivalen ditentukan stoikiometri sedangkan titik akhir merupakan sinyal eksperimen indikator atau instrumen. Tugas menggambar dan Predict-Observe-Explain mengungkap hubungan antara model mental dan fenomena. Perbedaan prediksi dan observasi tidak otomatis mengubah konsep tanpa fase penjelasan dan rekonsiliasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa keduanya dianggap selalu identik dan selalu pH 7. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti pemilihan indikator dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi galat titrasi. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi titrasi dan indikator. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

16.20.16 Analisis Respons dan Peta Bukti

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa keduanya dianggap selalu identik dan selalu pH 7. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti pemilihan indikator dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi galat titrasi. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi titrasi dan indikator. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan

beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk titik ekuivalen dan titik akhir perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara diagnostik, titik ekuivalen dan titik akhir dipahami sebagai titik ekuivalen ditentukan stoikiometri sedangkan titik akhir merupakan sinyal eksperimen indikator atau instrumen. Analisis respons perlu menggunakan peta bukti, bukan keputusan berdasarkan satu butir. Konsistensi lintas konteks, representasi, dan waktu menentukan kuat-lemahnya klaim diagnostik. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

16.20.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk titik ekuivalen dan titik akhir perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara epistemologis, titik ekuivalen dan titik akhir dipahami sebagai titik ekuivalen ditentukan stoikiometri sedangkan titik akhir merupakan sinyal eksperimen indikator atau instrumen. Konflik kognitif efektif bila anomali dipahami, relevan, dan diikuti model alternatif yang lebih produktif. Kejutan tanpa dukungan dapat membuat peserta didik mengabaikan data atau menghafal pengecualian. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa keduanya dianggap selalu identik dan selalu pH 7. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti pemilihan indikator dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi galat titrasi. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi titrasi dan indikator. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

16.20.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam konteks laboratorium, titik ekuivalen dan titik akhir dipahami sebagai titik ekuivalen ditentukan stoikiometri sedangkan titik akhir merupakan sinyal eksperimen indikator atau instrumen. Representasi majemuk harus dikoordinasikan, bukan sekadar ditampilkan berdampingan. Prompt penghubung perlu menanyakan apa yang tetap, berubah, dan diwakili pada setiap bentuk. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa keduanya dianggap selalu identik dan selalu pH 7. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti pemilihan indikator dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi

galat titrasi. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi titrasi dan indikator. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk titik ekuivalen dan titik akhir perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

16.20.19 Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif

Konteks seperti pemilihan indikator dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi galat titrasi. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi titrasi dan indikator. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk titik ekuivalen dan titik akhir perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Ketika peserta didik memecahkan soal, titik ekuivalen dan titik akhir dipahami sebagai titik ekuivalen ditentukan stoikiometri sedangkan titik akhir merupakan sinyal eksperimen indikator atau instrumen. Praktikum, simulasi, dan argumentasi memberi ruang untuk menguji klaim dengan data. Kegiatan harus dirancang agar variabel, prediksi, ketidakpastian, dan batas model dibahas secara eksplisit. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa keduanya dianggap selalu identik dan selalu pH 7. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

16.20.20 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk titik ekuivalen dan titik akhir perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai

bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Untuk mencegah hafalan tanpa makna, titik ekuivalen dan titik akhir dipahami sebagai titik ekuivalen ditentukan stoikiometri sedangkan titik akhir merupakan sinyal eksperimen indikator atau instrumen. Perubahan konseptual dinilai melalui transfer ke masalah baru dan retensi setelah jeda waktu. Tindak lanjut harus membedakan penguasaan prosedur dari kemampuan menjelaskan dan mengevaluasi bukti. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa keduanya dianggap selalu identik dan selalu pH 7. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti pemilihan indikator dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi galat titrasi. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi titrasi dan indikator. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Ringkasan Diagnostik 16.20

- Konsep sasaran: titik ekuivalen ditentukan stoikiometri sedangkan titik akhir merupakan sinyal eksperimen indikator atau instrumen.
- Miskonsepsi prioritas: keduanya dianggap selalu identik dan selalu pH 7.
- Representasi minimum: fenomena pemilihan indikator, model partikel, dan simbol galat titrasi.
- Bukti minimum: satu pertanyaan terbuka, satu butir bertingkat, satu tugas representasi, dan satu konteks transfer.
- Keputusan pedagogis: remediasi didasarkan pada pola alasan dan keyakinan, bukan pada skor tunggal.

16.21 Kelarutan dan Hasil Kali Kelarutan

Subbab ini memusatkan perhatian pada kelarutan dan hasil kali kelarutan sebagai bagian dari jejaring konsep bab. Tujuannya adalah membangun definisi yang presisi, mengidentifikasi batas penerapan, mengungkap pola miskonsepsi, dan menyediakan perangkat diagnosis serta remediasi yang dapat diterapkan di kelas XI.

16.21.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk kelarutan dan hasil kali kelarutan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dari sudut pandang pedagogical content knowledge, kelarutan dan hasil kali kelarutan dipahami sebagai kelarutan adalah jumlah zat yang dapat larut, sedangkan Ksp adalah tetapan aktivitas ion untuk kesetimbangan padat-larutan. Penjelasan harus dimulai dari definisi yang dapat dioperasionalkan dalam pengamatan, perhitungan, dan komunikasi ilmiah. Batas konsep perlu dinyatakan agar istilah yang berdekatan tidak saling dipertukarkan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa Ksp dianggap sama dengan kelarutan atau padatan tak larut sama sekali tidak larut. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti AgCl , CaF_2 , dan garam multistoiometri dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $K_{sp} = \prod a_i^{\nu}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi stoikiometri dan kesetimbangan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

16.21.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat

Pada tingkat makroskopik, kelarutan dan hasil kali kelarutan dipahami sebagai kelarutan adalah jumlah zat yang dapat larut, sedangkan Ksp adalah tetapan aktivitas ion untuk kesetimbangan padat-larutan. Konsep ini berada dalam jejaring pengetahuan, bukan unit hafalan yang berdiri sendiri. Prasyarat yang rapuh akan membuat peserta didik menggunakan aturan permukaan sebagai pengganti penalaran. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa Ksp dianggap sama dengan kelarutan atau padatan tak larut sama sekali tidak larut. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti AgCl, CaF₂, dan garam multistoikiometri dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $K_{sp} = \prod a_i^{\nu}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi stoikiometri dan kesetimbangan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk kelarutan dan hasil kali kelarutan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

16.21.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi stoikiometri dan kesetimbangan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk kelarutan dan hasil kali kelarutan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai

bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat submikroskopik, kelarutan dan hasil kali kelarutan dipahami sebagai kelarutan adalah jumlah zat yang dapat larut, sedangkan K_{sp} adalah tetapan aktivitas ion untuk kesetimbangan padat-larutan. Fenomena makroskopik berfungsi sebagai sumber bukti, tetapi tidak dengan sendirinya menjelaskan mekanisme. Pengamatan harus dipisahkan dari inferensi agar peserta didik tidak menganggap kesan inderawi sebagai definisi ilmiah. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa K_{sp} dianggap sama dengan kelarutan atau padatan tak larut sama sekali tidak larut. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti $AgCl$, CaF_2 , dan garam multistokiometri dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $K_{sp} = \prod a_i^{\nu}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

16.21.4 Model Submikroskopik

Remediasi untuk kelarutan dan hasil kali kelarutan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam representasi simbolik, kelarutan dan hasil kali kelarutan dipahami sebagai kelarutan adalah jumlah zat yang dapat larut, sedangkan K_{sp} adalah tetapan aktivitas ion untuk kesetimbangan padat-larutan. Model submikroskopik menjelaskan perilaku partikel, interaksi, distribusi, dan perubahan yang tidak tampak langsung. Model harus disebut sebagai representasi dengan asumsi dan keterbatasan, bukan foto literal realitas. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa K_{sp} dianggap sama dengan kelarutan atau padatan tak larut sama sekali tidak larut. Anggapan tersebut dapat bertahan

karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti AgCl , CaF_2 , dan garam multistoikiometri dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $K_{sp} = \prod a_i^{\nu}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi stoikiometri dan kesetimbangan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

16.21.5 Bahasa Simbolik dan Matematis

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa K_{sp} dianggap sama dengan kelarutan atau padatan tak larut sama sekali tidak larut. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti AgCl , CaF_2 , dan garam multistoikiometri dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $K_{sp} = \prod a_i^{\nu}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi stoikiometri dan kesetimbangan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat

untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk kelarutan dan hasil kali kelarutan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara diagnostik, kelarutan dan hasil kali kelarutan dipahami sebagai kelarutan adalah jumlah zat yang dapat larut, sedangkan Ksp adalah tetapan aktivitas ion untuk kesetimbangan padat-larutan. Simbol dan persamaan memadatkan hubungan kuantitatif, tetapi setiap tanda harus dihubungkan dengan makna fisisnya. Manipulasi aljabar tanpa interpretasi satuan, tanda, dan kondisi mudah menghasilkan jawaban benar secara kebetulan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

16.21.6 Koordinasi Antarrepresentasi

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan

beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk kelarutan dan hasil kali kelarutan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara epistemologis, kelarutan dan hasil kali kelarutan dipahami sebagai kelarutan adalah jumlah zat yang dapat larut, sedangkan Ksp adalah tetapan aktivitas ion untuk kesetimbangan padat-larutan. Pemahaman matang tampak ketika peserta didik dapat berpindah konsisten antara fenomena, partikel, simbol, grafik, dan bahasa verbal. Ketidakselarasan antarrepresentasi merupakan indikator penting adanya pengetahuan yang terfragmentasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa Ksp dianggap sama dengan kelarutan atau padatan tak larut sama sekali tidak larut. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti AgCl , CaF_2 , dan garam multistoikiometri dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $K_{sp} = \prod a_i^{\nu}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi stoikiometri dan kesetimbangan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

16.21.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai

bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam konteks laboratorium, kelarutan dan hasil kali kelarutan dipahami sebagai kelarutan adalah jumlah zat yang dapat larut, sedangkan K_{sp} adalah tetapan aktivitas ion untuk kesetimbangan padat-larutan. Contoh positif perlu dipasangkan dengan noncontoh dan kasus batas supaya kategori tidak dibangun dari satu ciri dangkal. Kasus batas menuntut peserta didik menjelaskan alasan, kondisi, dan tingkat idealisasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa K_{sp} dianggap sama dengan kelarutan atau padatan tak larut sama sekali tidak larut. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti $AgCl$, CaF_2 , dan garam multistoikiometri dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $K_{sp} = \prod a_i^{\nu_i}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi stoikiometri dan kesetimbangan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk kelarutan dan hasil kali kelarutan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus

menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

16.21.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul

Konteks seperti AgCl, CaF₂, dan garam multistoikiometri dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $K_{sp} = \prod a_i^{\nu}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi stoikiometri dan kesetimbangan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk kelarutan dan hasil kali kelarutan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Ketika peserta didik memecahkan soal, kelarutan dan hasil kali kelarutan dipahami sebagai kelarutan adalah jumlah zat yang dapat larut, sedangkan K_{sp} adalah tetapan aktivitas ion untuk kesetimbangan padat-larutan. Miskonsepsi inti biasanya masuk akal dari sudut pengalaman awal sehingga tidak efektif hanya diberi label salah. Guru perlu menemukan aturan intuitif yang digunakan dan menunjukkan di mana aturan itu gagal. Pembahasan harus terus menegaskan

bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa Ksp dianggap sama dengan kelarutan atau padatan tak larut sama sekali tidak larut. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

16.21.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk kelarutan dan hasil kali kelarutan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Untuk mencegah hafalan tanpa makna, kelarutan dan hasil kali kelarutan dipahami sebagai kelarutan adalah jumlah zat yang dapat larut, sedangkan Ksp adalah tetapan aktivitas ion untuk kesetimbangan padat-larutan. Satu jawaban salah dapat muncul dari beberapa pola penalaran alternatif yang berbeda. Variasi respons perlu dipetakan berdasarkan alasan, representasi, dan tingkat keyakinan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa Ksp dianggap sama dengan kelarutan atau padatan tak larut sama sekali tidak larut. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti AgCl, CaF₂, dan garam multistoikiometri dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $K_{sp} = \prod a_i^{\nu_i}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu

menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi stoikiometri dan kesetimbangan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

16.21.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari

Dalam pembelajaran kimia SMA, kelarutan dan hasil kali kelarutan dipahami sebagai kelarutan adalah jumlah zat yang dapat larut, sedangkan K_{sp} adalah tetapan aktivitas ion untuk kesetimbangan padat-larutan. Bahasa sehari-hari sering menggunakan kata yang sama dengan makna berbeda dari terminologi ilmiah. Peralihan register bahasa harus diajarkan eksplisit agar istilah familiar tidak membawa asumsi yang keliru. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa K_{sp} dianggap sama dengan kelarutan atau padatan tak larut sama sekali tidak larut. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti AgCl , CaF_2 , dan garam multistoikiometri dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $K_{sp} = \prod a_i^{\nu}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi stoikiometri dan kesetimbangan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan

tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk kelarutan dan hasil kali kelarutan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

16.21.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi stoikiometri dan kesetimbangan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk kelarutan dan hasil kali kelarutan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus

menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dari sudut pandang pedagogical content knowledge, kelarutan dan hasil kali kelarutan dipahami sebagai kelarutan adalah jumlah zat yang dapat larut, sedangkan Ksp adalah tetapan aktivitas ion untuk kesetimbangan padat-larutan. Gambar dan analogi dapat membantu sekaligus menyesatkan bila fitur pemetaan dan batasnya tidak dijelaskan. Peserta didik perlu diminta menyebut bagian analogi yang sesuai dan yang tidak sesuai. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa Ksp dianggap sama dengan kelarutan atau padatan tak larut sama sekali tidak larut. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti AgCl , CaF_2 , dan garam multistoikiometri dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $K_{sp} = \prod a_i^{\nu}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

16.21.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran

Remediasi untuk kelarutan dan hasil kali kelarutan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat makroskopik, kelarutan dan hasil kali kelarutan dipahami sebagai kelarutan adalah jumlah zat yang dapat larut, sedangkan Ksp adalah tetapan aktivitas ion untuk kesetimbangan padat-larutan. Urutan buku teks, penyederhanaan guru, dan latihan algoritmik dapat memperkuat miskonsepsi secara tidak sengaja. Audit representasi dan bahasa pengajaran diperlukan sebelum menyalahkan peserta didik. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa

definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa Ksp dianggap sama dengan kelarutan atau padatan tak larut sama sekali tidak larut. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti AgCl , CaF_2 , dan garam multistoikiometri dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $K_{sp} = \prod a_i^{\nu}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi stoikiometri dan kesetimbangan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

16.21.13 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa Ksp dianggap sama dengan kelarutan atau padatan tak larut sama sekali tidak larut. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti AgCl , CaF_2 , dan garam multistoikiometri dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $K_{sp} = \prod a_i^{\nu}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu

menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi stoikiometri dan kesetimbangan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk kelarutan dan hasil kali kelarutan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat submikroskopik, kelarutan dan hasil kali kelarutan dipahami sebagai kelarutan adalah jumlah zat yang dapat larut, sedangkan K_{sp} adalah tetapan aktivitas ion untuk kesetimbangan padat-larutan. Pertanyaan terbuka harus memancing prediksi, alasan, bukti, dan penjelasan mekanistik. Respons tertulis sebaiknya ditindaklanjuti dengan pertanyaan klarifikasi singkat. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

16.21.14 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh

Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk kelarutan dan hasil kali kelarutan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam representasi simbolik, kelarutan dan hasil kali kelarutan dipahami sebagai kelarutan adalah jumlah zat yang dapat larut, sedangkan Ksp adalah tetapan aktivitas ion untuk kesetimbangan padat-larutan. Tes bertingkat memisahkan pilihan jawaban, alasan, dan keyakinan sehingga tebakan dapat dibedakan dari pemahaman. Distraktor harus berasal dari pola konsepsi yang benar-benar ditemukan dalam wawancara atau literatur. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa Ksp dianggap sama dengan kelarutan atau padatan tak larut sama sekali tidak larut. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti AgCl , CaF_2 , dan garam multistoikiometri dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $K_{sp} = \prod a_i^{\nu}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi stoikiometri dan kesetimbangan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

16.21.15 *Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain*

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara diagnostik, kelarutan dan hasil kali kelarutan dipahami sebagai kelarutan adalah jumlah zat yang dapat larut, sedangkan Ksp adalah tetapan aktivitas ion untuk kesetimbangan padat-larutan. Tugas menggambar dan Predict-Observe-Explain mengungkap hubungan antara model mental dan fenomena. Perbedaan prediksi dan observasi tidak otomatis mengubah konsep tanpa fase penjelasan dan rekonsiliasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa Ksp dianggap sama dengan kelarutan atau padatan tak larut sama sekali tidak larut. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti AgCl, CaF₂, dan garam multistoikiometri dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $K_{sp} = \prod a_i^{\nu}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi stoikiometri dan kesetimbangan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk kelarutan dan hasil kali kelarutan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

16.21.16 Analisis Respons dan Peta Bukti

Konteks seperti AgCl , CaF_2 , dan garam multistoikiometri dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $K_{sp} = \prod a_i^{\nu}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi stoikiometri dan kesetimbangan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk kelarutan dan hasil kali kelarutan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara epistemologis, kelarutan dan hasil kali kelarutan dipahami sebagai kelarutan adalah jumlah zat yang dapat larut, sedangkan K_{sp} adalah tetapan aktivitas ion untuk kesetimbangan padat-larutan. Analisis respons perlu menggunakan peta bukti, bukan keputusan berdasarkan

satu butir. Konsistensi lintas konteks, representasi, dan waktu menentukan kuat-lemahnya klaim diagnostik. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa Ksp dianggap sama dengan kelarutan atau padatan tak larut sama sekali tidak larut. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

16.21.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk kelarutan dan hasil kali kelarutan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam konteks laboratorium, kelarutan dan hasil kali kelarutan dipahami sebagai kelarutan adalah jumlah zat yang dapat larut, sedangkan Ksp adalah tetapan aktivitas ion untuk kesetimbangan padat-larutan. Konflik kognitif efektif bila anomali dipahami, relevan, dan diikuti model alternatif yang lebih produktif. Kejutan tanpa dukungan dapat membuat peserta didik mengabaikan data atau menghafal pengecualian. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa Ksp dianggap sama dengan kelarutan atau padatan tak larut sama sekali tidak larut. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti AgCl, CaF₂, dan garam multistoikiometri dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan

kemudian ke representasi $K_{sp} = \prod a_i^{\nu}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi stoikiometri dan kesetimbangan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

16.21.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk

Ketika peserta didik memecahkan soal, kelarutan dan hasil kali kelarutan dipahami sebagai kelarutan adalah jumlah zat yang dapat larut, sedangkan K_{sp} adalah tetapan aktivitas ion untuk kesetimbangan padat-larutan. Representasi majemuk harus dikoordinasikan, bukan sekadar ditampilkan berdampingan. Prompt penghubung perlu menanyakan apa yang tetap, berubah, dan diwakili pada setiap bentuk. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa K_{sp} dianggap sama dengan kelarutan atau padatan tak larut sama sekali tidak larut. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti AgCl , CaF_2 , dan garam multistoikiometri dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $K_{sp} = \prod a_i^{\nu}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi stoikiometri dan kesetimbangan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan

tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk kelarutan dan hasil kali kelarutan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

16.21.19 Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi stoikiometri dan kesetimbangan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk kelarutan dan hasil kali kelarutan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus

menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Untuk mencegah hafalan tanpa makna, kelarutan dan hasil kali kelarutan dipahami sebagai kelarutan adalah jumlah zat yang dapat larut, sedangkan Ksp adalah tetapan aktivitas ion untuk kesetimbangan padat-larutan. Praktikum, simulasi, dan argumentasi memberi ruang untuk menguji klaim dengan data. Kegiatan harus dirancang agar variabel, prediksi, ketidakpastian, dan batas model dibahas secara eksplisit. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa Ksp dianggap sama dengan kelarutan atau padatan tak larut sama sekali tidak larut. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti AgCl, CaF₂, dan garam multistoikiometri dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $K_{sp} = \prod a_i^{\nu}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

16.21.20 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut

Remediasi untuk kelarutan dan hasil kali kelarutan perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam pembelajaran kimia SMA, kelarutan dan hasil kali kelarutan dipahami sebagai kelarutan adalah jumlah zat yang dapat larut, sedangkan Ksp adalah tetapan aktivitas ion untuk kesetimbangan padat-larutan. Perubahan konseptual dinilai melalui transfer ke masalah baru dan retensi setelah jeda waktu. Tindak lanjut harus membedakan penguasaan prosedur dari kemampuan menjelaskan dan mengevaluasi bukti. Pembahasan harus terus menegaskan

bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa Ksp dianggap sama dengan kelarutan atau padatan tak larut sama sekali tidak larut. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti AgCl, CaF₂, dan garam multistoikiometri dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi $K_{sp} = \prod a_i^{\nu}$. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi stoikiometri dan kesetimbangan. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Ringkasan Diagnostik 16.21

- Konsep sasaran: kelarutan adalah jumlah zat yang dapat larut, sedangkan Ksp adalah tetapan aktivitas ion untuk kesetimbangan padat-larutan.
- Miskonsepsi prioritas: Ksp dianggap sama dengan kelarutan atau padatan tak larut sama sekali tidak larut.
- Representasi minimum: fenomena AgCl, CaF₂, dan garam multistoikiometri, model partikel, dan simbol $K_{sp} = \prod a_i^{\nu}$.
- Bukti minimum: satu pertanyaan terbuka, satu butir bertingkat, satu tugas representasi, dan satu konteks transfer.

- Keputusan pedagogis: remediasi didasarkan pada pola alasan dan keyakinan, bukan pada skor tunggal.

16.22 Efek Ion Senama

Subbab ini memusatkan perhatian pada efek ion senama sebagai bagian dari jejaring konsep bab. Tujuannya adalah membangun definisi yang presisi, mengidentifikasi batas penerapan, mengungkap pola miskonsepsi, dan menyediakan perangkat diagnosis serta remediasi yang dapat diterapkan di kelas XI.

16.22.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep

Remediasi untuk efek ion senama perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat makroskopik, efek ion senama dipahami sebagai penambahan ion yang sama mengubah Q dan umumnya menurunkan kelarutan elektrolit sukar larut atau ionisasi elektrolit lemah. Penjelasan harus dimulai dari definisi yang dapat dioperasionalkan dalam pengamatan, perhitungan, dan komunikasi ilmiah. Batas konsep perlu dinyatakan agar istilah yang berdekatan tidak saling dipertukarkan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa ion senama dianggap selalu mengendapkan seluruh zat atau mengubah K . Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti AgCl dengan NaCl dan asam asetat dengan asetat dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi Q_{sp} dibanding K_{sp} . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi kesetimbangan dan Q . Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

16.22.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa ion senama dianggap selalu mengendapkan seluruh zat atau mengubah K. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti AgCl dengan NaCl dan asam asetat dengan asetat dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi Qsp dibanding Ksp. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi kesetimbangan dan Q. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk efek ion senama perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat submikroskopik, efek ion senama dipahami sebagai penambahan ion yang sama mengubah Q dan umumnya menurunkan kelarutan elektrolit sukar larut atau ionisasi elektrolit lemah. Konsep ini berada dalam jejaring pengetahuan, bukan unit hafalan yang berdiri sendiri. Prasyarat yang rapuh akan membuat peserta didik menggunakan aturan permukaan sebagai pengganti penalaran. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

16.22.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk efek ion senama perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam representasi simbolik, efek ion senama dipahami sebagai penambahan ion yang sama mengubah Q dan umumnya menurunkan kelarutan elektrolit sukar larut atau ionisasi elektrolit lemah. Fenomena makroskopik berfungsi sebagai sumber bukti, tetapi tidak dengan sendirinya

menjelaskan mekanisme. Pengamatan harus dipisahkan dari inferensi agar peserta didik tidak menganggap kesan inderawi sebagai definisi ilmiah. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa ion senama dianggap selalu mengendapkan seluruh zat atau mengubah K . Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti AgCl dengan NaCl dan asam asetat dengan asetat dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi Q_{sp} dibanding K_{sp} . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi kesetimbangan dan Q . Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

16.22.4 Model Submikroskopik

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara diagnostik, efek ion senama dipahami sebagai penambahan ion yang sama mengubah Q dan umumnya menurunkan kelarutan elektrolit sukar larut atau ionisasi elektrolit lemah. Model submikroskopik menjelaskan perilaku partikel, interaksi, distribusi, dan perubahan yang tidak tampak langsung. Model harus disebut sebagai representasi dengan asumsi dan keterbatasan, bukan foto literal realitas. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa ion senama dianggap selalu mengendapkan seluruh zat atau mengubah K . Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti AgCl dengan NaCl dan asam asetat dengan asetat dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi Q_{sp} dibanding K_{sp} . Hubungan ini tidak bersifat otomatis:

peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi kesetimbangan dan Q. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk efek ion senama perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

16.22.5 Bahasa Simbolik dan Matematis

Konteks seperti AgCl dengan NaCl dan asam asetat dengan asetat dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi Qsp dibanding Ksp. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi kesetimbangan dan Q. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh

Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk efek ion senama perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara epistemologis, efek ion senama dipahami sebagai penambahan ion yang sama mengubah Q dan umumnya menurunkan kelarutan elektrolit sukar larut atau ionisasi elektrolit lemah. Simbol dan persamaan memadatkan hubungan kuantitatif, tetapi setiap tanda harus dihubungkan dengan makna fisisnya. Manipulasi aljabar tanpa interpretasi satuan, tanda, dan kondisi mudah menghasilkan jawaban benar secara kebetulan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa ion senama dianggap selalu mengendapkan seluruh zat atau mengubah K . Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

16.22.6 Koordinasi Antarrepresentasi

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk efek ion senama perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam konteks laboratorium, efek ion senama dipahami sebagai penambahan ion yang sama mengubah Q dan umumnya menurunkan kelarutan elektrolit sukar larut atau ionisasi elektrolit lemah. Pemahaman matang tampak ketika peserta didik dapat berpindah konsisten antara fenomena, partikel, simbol, grafik, dan bahasa verbal. Ketidakselarasan antarrepresentasi merupakan indikator penting adanya pengetahuan yang terfragmentasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa ion senama dianggap selalu mengendapkan seluruh zat atau mengubah K . Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti AgCl dengan NaCl dan asam asetat dengan asetat dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi Q_{sp} dibanding K_{sp} . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi kesetimbangan dan Q . Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

16.22.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas

Ketika peserta didik memecahkan soal, efek ion senama dipahami sebagai penambahan ion yang sama mengubah Q dan umumnya menurunkan kelarutan elektrolit sukar larut atau ionisasi elektrolit lemah. Contoh positif perlu dipasangkan dengan noncontoh dan kasus batas supaya kategori tidak dibangun dari satu ciri dangkal. Kasus batas menuntut peserta didik menjelaskan alasan, kondisi, dan tingkat idealisasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa ion senama dianggap selalu mengendapkan seluruh zat atau mengubah K. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti AgCl dengan NaCl dan asam asetat dengan asetat dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi Qsp dibanding Ksp. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi kesetimbangan dan Q. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk efek ion senama perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

16.22.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi kesetimbangan dan Q. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan

pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk efek ion senama perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Untuk mencegah hafalan tanpa makna, efek ion senama dipahami sebagai penambahan ion yang sama mengubah Q dan umumnya menurunkan kelarutan elektrolit sukar larut atau ionisasi elektrolit lemah. Miskonsepsi inti biasanya masuk akal dari sudut pengalaman awal sehingga tidak efektif hanya diberi label salah. Guru perlu menemukan aturan intuitif yang digunakan dan menunjukkan di mana aturan itu gagal. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa ion senama dianggap selalu mengendapkan seluruh zat atau mengubah K . Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti AgCl dengan NaCl dan asam asetat dengan asetat dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi Q_{sp} dibanding K_{sp} . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

16.22.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif

Remediasi untuk efek ion senama perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam pembelajaran kimia SMA, efek ion senama dipahami sebagai penambahan ion yang sama mengubah Q dan umumnya menurunkan kelarutan elektrolit sukar larut atau ionisasi elektrolit lemah. Satu jawaban salah dapat muncul dari beberapa pola penalaran alternatif yang berbeda. Variasi respons perlu dipetakan berdasarkan alasan, representasi, dan tingkat keyakinan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa ion senama dianggap selalu mengendapkan seluruh zat atau mengubah K . Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti AgCl dengan NaCl dan asam asetat dengan asetat dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi Q_{sp} dibanding K_{sp} . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi kesetimbangan dan Q . Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan

beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

16.22.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa ion senama dianggap selalu mengendapkan seluruh zat atau mengubah K . Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti AgCl dengan NaCl dan asam asetat dengan asetat dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi Q_{sp} dibanding K_{sp} . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi kesetimbangan dan Q . Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk efek ion senama perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dari sudut pandang pedagogical content knowledge, efek ion senama dipahami sebagai penambahan ion yang sama mengubah Q dan umumnya menurunkan kelarutan elektrolit sukar larut atau ionisasi elektrolit lemah. Bahasa sehari-hari sering menggunakan kata yang sama dengan makna berbeda dari terminologi ilmiah. Peralihan register bahasa harus diajarkan eksplisit agar istilah familiar tidak membawa asumsi yang keliru. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

16.22.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk efek ion senama perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat makroskopik, efek ion senama dipahami sebagai penambahan ion yang sama mengubah Q dan umumnya menurunkan kelarutan elektrolit sukar larut atau ionisasi elektrolit lemah. Gambar dan analogi dapat membantu sekaligus menyesatkan bila fitur pemetaan dan batasnya tidak dijelaskan. Peserta didik perlu diminta menyebut bagian analogi yang sesuai dan yang tidak sesuai. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa ion senama dianggap selalu mengendapkan seluruh zat atau mengubah K . Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti AgCl dengan NaCl dan asam asetat dengan asetat dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi Qsp dibanding Ksp. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi kesetimbangan dan Q. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

16.22.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat submikroskopik, efek ion senama dipahami sebagai penambahan ion yang sama mengubah Q dan umumnya menurunkan kelarutan elektrolit sukar larut atau ionisasi elektrolit lemah. Urutan buku teks, penyederhanaan guru, dan latihan algoritmik dapat memperkuat miskonsepsi secara tidak sengaja. Audit representasi dan bahasa pengajaran diperlukan sebelum menyalahkan peserta didik. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa ion senama dianggap selalu mengendapkan seluruh zat atau mengubah K. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti AgCl dengan NaCl dan asam asetat dengan asetat dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi Qsp dibanding Ksp. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi kesetimbangan dan Q. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini

konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk efek ion senama perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

16.22.13 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka

Konteks seperti AgCl dengan NaCl dan asam asetat dengan asetat dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi Qsp dibanding Ksp. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi kesetimbangan dan Q. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk efek ion senama perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus

menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam representasi simbolik, efek ion senama dipahami sebagai penambahan ion yang sama mengubah Q dan umumnya menurunkan kelarutan elektrolit sukar larut atau ionisasi elektrolit lemah. Pertanyaan terbuka harus memancing prediksi, alasan, bukti, dan penjelasan mekanistik. Respons tertulis sebaiknya ditindaklanjuti dengan pertanyaan klarifikasi singkat. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa ion senama dianggap selalu mengendapkan seluruh zat atau mengubah K . Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

16.22.14 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk efek ion senama perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara diagnostik, efek ion senama dipahami sebagai penambahan ion yang sama mengubah Q dan umumnya menurunkan kelarutan elektrolit sukar larut atau ionisasi elektrolit lemah. Tes bertingkat memisahkan pilihan jawaban, alasan, dan keyakinan sehingga tebakan dapat dibedakan dari pemahaman. Distraktor harus berasal dari pola konsepsi yang benar-benar ditemukan dalam wawancara atau literatur. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa ion senama dianggap selalu mengendapkan seluruh zat atau mengubah K. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti AgCl dengan NaCl dan asam asetat dengan asetat dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi Qsp dibanding Ksp. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi kesetimbangan dan Q. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

16.22.15 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain

Secara epistemologis, efek ion senama dipahami sebagai penambahan ion yang sama mengubah Q dan umumnya menurunkan kelarutan elektrolit sukar larut atau ionisasi elektrolit lemah. Tugas menggambar dan Predict-Observe-Explain mengungkap hubungan antara model mental dan fenomena. Perbedaan prediksi dan observasi tidak otomatis mengubah konsep tanpa fase penjelasan dan rekonsiliasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa ion senama dianggap selalu mengendapkan seluruh zat atau mengubah K. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti AgCl dengan NaCl dan asam asetat dengan asetat dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi Qsp dibanding Ksp. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi kesetimbangan dan Q. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk efek ion senama perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

16.22.16 Analisis Respons dan Peta Bukti

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi kesetimbangan dan Q. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan

beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk efek ion senama perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam konteks laboratorium, efek ion senama dipahami sebagai penambahan ion yang sama mengubah Q dan umumnya menurunkan kelarutan elektrolit sukar larut atau ionisasi elektrolit lemah. Analisis respons perlu menggunakan peta bukti, bukan keputusan berdasarkan satu butir. Konsistensi lintas konteks, representasi, dan waktu menentukan kuat-lemahnya klaim diagnostik. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa ion senama dianggap selalu mengendapkan seluruh zat atau mengubah K . Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti AgCl dengan NaCl dan asam asetat dengan asetat dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi Q_{sp} dibanding K_{sp} . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

16.22.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah

Remediasi untuk efek ion senama perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Ketika peserta didik memecahkan soal, efek ion senama dipahami sebagai penambahan ion yang sama mengubah Q dan umumnya menurunkan kelarutan elektrolit sukar larut atau ionisasi elektrolit lemah. Konflik kognitif efektif bila anomali dipahami, relevan, dan diikuti model alternatif yang lebih produktif. Kejutan tanpa dukungan dapat membuat peserta didik mengabaikan data atau menghafal pengecualian. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa ion senama dianggap selalu mengendapkan seluruh zat atau mengubah K . Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti AgCl dengan NaCl dan asam asetat dengan asetat dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi Q_{sp} dibanding K_{sp} . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi kesetimbangan dan Q . Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

16.22.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa ion senama dianggap selalu mengendapkan seluruh zat atau mengubah K . Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti AgCl dengan NaCl dan asam asetat dengan asetat dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi Q_{sp} dibanding K_{sp} . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi kesetimbangan dan Q . Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk efek ion senama perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Untuk mencegah hafalan tanpa makna, efek ion senama dipahami sebagai penambahan ion yang sama mengubah Q dan umumnya menurunkan kelarutan elektrolit sukar larut atau ionisasi elektrolit lemah. Representasi majemuk harus dikoordinasikan, bukan sekadar ditampilkan berdampingan. Prompt penghubung perlu menanyakan apa yang tetap, berubah, dan diwakili pada setiap bentuk. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

16.22.19 *Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif*

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan

tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk efek ion senama perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam pembelajaran kimia SMA, efek ion senama dipahami sebagai penambahan ion yang sama mengubah Q dan umumnya menurunkan kelarutan elektrolit sukar larut atau ionisasi elektrolit lemah. Praktikum, simulasi, dan argumentasi memberi ruang untuk menguji klaim dengan data. Kegiatan harus dirancang agar variabel, prediksi, ketidakpastian, dan batas model dibahas secara eksplisit. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa ion senama dianggap selalu mengendapkan seluruh zat atau mengubah K . Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti AgCl dengan NaCl dan asam asetat dengan asetat dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi Q_{sp} dibanding K_{sp} . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi kesetimbangan dan Q . Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

16.22.20 *Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut*

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dari sudut pandang pedagogical content knowledge, efek ion senama dipahami sebagai penambahan ion yang sama mengubah Q dan umumnya menurunkan kelarutan elektrolit sukar larut atau ionisasi elektrolit lemah. Perubahan konseptual dinilai melalui transfer ke masalah baru dan retensi setelah jeda waktu. Tindak lanjut harus membedakan penguasaan prosedur dari kemampuan menjelaskan dan mengevaluasi bukti. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa ion senama dianggap selalu mengendapkan seluruh zat atau mengubah K . Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti AgCl dengan NaCl dan asam asetat dengan asetat dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi Q_{sp} dibanding K_{sp} . Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi kesetimbangan dan Q . Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk efek ion senama perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Ringkasan Diagnostik 16.22

- Konsep sasaran: penambahan ion yang sama mengubah Q dan umumnya menurunkan kelarutan elektrolit sukar larut atau ionisasi elektrolit lemah.
- Miskonsepsi prioritas: ion senama dianggap selalu mengendapkan seluruh zat atau mengubah K .
- Representasi minimum: fenomena $AgCl$ dengan $NaCl$ dan asam asetat dengan asetat, model partikel, dan simbol Q_{sp} dibanding K_{sp} .
- Bukti minimum: satu pertanyaan terbuka, satu butir bertingkat, satu tugas representasi, dan satu konteks transfer.
- Keputusan pedagogis: remediasi didasarkan pada pola alasan dan keyakinan, bukan pada skor tunggal.

16.23 Strategi Diagnosis dan Remediasi

Subbab ini memusatkan perhatian pada strategi diagnosis dan remediasi sebagai bagian dari jejaring konsep bab. Tujuannya adalah membangun definisi yang presisi, mengidentifikasi batas penerapan, mengungkap pola miskonsepsi, dan menyediakan perangkat diagnosis serta remediasi yang dapat diterapkan di kelas XI.

16.23.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat submikroskopik, strategi diagnosis dan remediasi dipahami sebagai diagnosis terpadu larutan dan kesetimbangan ion melalui makro-submikro-simbolik, grafik, dan eksperimen. Penjelasan harus dimulai dari definisi yang dapat dioperasionalkan dalam pengamatan, perhitungan, dan komunikasi ilmiah. Batas konsep perlu dinyatakan agar istilah yang berdekatan tidak saling dipertukarkan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa ketepatan hitung pH dianggap menjamin pemahaman partikel dan kesetimbangan. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti uji konduktivitas, titrasi, simulasi ion, dan tes bertingkat dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi peta bukti dan confidence rating. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi seluruh konsep larutan dan asam-basa. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk strategi diagnosis dan remediasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

16.23.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat

Konteks seperti uji konduktivitas, titrasi, simulasi ion, dan tes bertingkat dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi peta bukti dan confidence rating. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi seluruh konsep larutan dan asam-basa. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan

tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk strategi diagnosis dan remediasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam representasi simbolik, strategi diagnosis dan remediasi dipahami sebagai diagnosis terpadu larutan dan kesetimbangan ion melalui makro-submikro-simbolik, grafik, dan eksperimen. Konsep ini berada dalam jejaring pengetahuan, bukan unit hafalan yang berdiri sendiri. Prasyarat yang rapuh akan membuat peserta didik menggunakan aturan permukaan sebagai pengganti penalaran. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa ketepatan hitung pH dianggap menjamin pemahaman partikel dan kesetimbangan. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

16.23.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk strategi diagnosis dan remediasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus

menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara diagnostik, strategi diagnosis dan remediasi dipahami sebagai diagnosis terpadu larutan dan kesetimbangan ion melalui makro-submikro-simbolik, grafik, dan eksperimen. Fenomena makroskopik berfungsi sebagai sumber bukti, tetapi tidak dengan sendirinya menjelaskan mekanisme. Pengamatan harus dipisahkan dari inferensi agar peserta didik tidak menganggap kesan inderawi sebagai definisi ilmiah. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa ketepatan hitung pH dianggap menjamin pemahaman partikel dan kesetimbangan. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti uji konduktivitas, titrasi, simulasi ion, dan tes bertingkat dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi peta bukti dan confidence rating. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi seluruh konsep larutan dan asam-basa. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

16.23.4 Model Submikroskopik

Secara epistemologis, strategi diagnosis dan remediasi dipahami sebagai diagnosis terpadu larutan dan kesetimbangan ion melalui makro-submikro-simbolik, grafik, dan eksperimen. Model submikroskopik menjelaskan perilaku partikel, interaksi, distribusi, dan perubahan yang tidak tampak langsung. Model harus disebut sebagai representasi dengan asumsi dan

keterbatasan, bukan foto literal realitas. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa ketepatan hitung pH dianggap menjamin pemahaman partikel dan kesetimbangan. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti uji konduktivitas, titrasi, simulasi ion, dan tes bertingkat dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi peta bukti dan confidence rating. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi seluruh konsep larutan dan asam-basa. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk strategi diagnosis dan remediasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

16.23.5 Bahasa Simbolik dan Matematis

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi seluruh konsep larutan dan asam-basa. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk strategi diagnosis dan remediasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam konteks laboratorium, strategi diagnosis dan remediasi dipahami sebagai diagnosis terpadu larutan dan kesetimbangan ion melalui makro-submikro-simbolik, grafik, dan eksperimen. Simbol dan persamaan memadatkan hubungan kuantitatif, tetapi setiap tanda harus dihubungkan dengan makna fisisnya. Manipulasi aljabar tanpa interpretasi satuan, tanda, dan kondisi mudah menghasilkan jawaban benar secara kebetulan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa ketepatan hitung pH dianggap menjamin pemahaman partikel dan kesetimbangan. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti uji konduktivitas, titrasi, simulasi ion, dan tes bertingkat dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi peta bukti dan confidence rating. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

16.23.6 Koordinasi Antarrepresentasi

Remediasi untuk strategi diagnosis dan remediasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Ketika peserta didik memecahkan soal, strategi diagnosis dan remediasi dipahami sebagai diagnosis terpadu larutan dan kesetimbangan ion melalui makro-submikro-simbolik, grafik, dan eksperimen. Pemahaman matang tampak ketika peserta didik dapat berpindah konsisten antara fenomena, partikel, simbol, grafik, dan bahasa verbal. Ketidakselarasan antarrepresentasi merupakan indikator penting adanya pengetahuan yang terfragmentasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa ketepatan hitung pH dianggap menjamin pemahaman partikel dan kesetimbangan. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti uji konduktivitas, titrasi, simulasi ion, dan tes bertingkat dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi peta bukti dan confidence rating. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi seluruh konsep larutan dan asam-basa. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan

tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

16.23.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa ketepatan hitung pH dianggap menjamin pemahaman partikel dan kesetimbangan. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti uji konduktivitas, titrasi, simulasi ion, dan tes bertingkat dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi peta bukti dan confidence rating. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi seluruh konsep larutan dan asam-basa. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk strategi diagnosis dan remediasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus

menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Untuk mencegah hafalan tanpa makna, strategi diagnosis dan remediasi dipahami sebagai diagnosis terpadu larutan dan kesetimbangan ion melalui makro-submikro-simbolik, grafik, dan eksperimen. Contoh positif perlu dipasangkan dengan noncontoh dan kasus batas supaya kategori tidak dibangun dari satu ciri dangkal. Kasus batas menuntut peserta didik menjelaskan alasan, kondisi, dan tingkat idealisasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

16.23.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk strategi diagnosis dan remediasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam pembelajaran kimia SMA, strategi diagnosis dan remediasi dipahami sebagai diagnosis terpadu larutan dan kesetimbangan ion melalui makro-submikro-simbolik, grafik, dan eksperimen. Miskonsepsi inti biasanya masuk akal dari sudut pengalaman awal sehingga tidak efektif hanya diberi label salah. Guru perlu menemukan aturan intuitif yang digunakan dan menunjukkan di mana aturan itu gagal. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa ketepatan hitung pH dianggap menjamin pemahaman partikel dan kesetimbangan. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti uji konduktivitas, titrasi, simulasi ion, dan tes bertingkat dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi peta bukti dan confidence rating. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi seluruh konsep larutan dan asam-basa. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

16.23.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dari sudut pandang pedagogical content knowledge, strategi diagnosis dan remediasi dipahami sebagai diagnosis terpadu larutan dan kesetimbangan ion melalui makro-submikro-simbolik, grafik, dan eksperimen. Satu jawaban salah dapat muncul dari beberapa pola penalaran alternatif yang berbeda. Variasi respons perlu dipetakan berdasarkan alasan, representasi, dan tingkat keyakinan. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa ketepatan hitung pH dianggap menjamin pemahaman partikel dan kesetimbangan. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti uji konduktivitas, titrasi, simulasi ion, dan tes bertingkat dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi peta bukti dan confidence rating. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi seluruh konsep larutan dan asam-basa. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya

dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk strategi diagnosis dan remediasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

16.23.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari

Konteks seperti uji konduktivitas, titrasi, simulasi ion, dan tes bertingkat dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi peta bukti dan confidence rating. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi seluruh konsep larutan dan asam-basa. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya,

jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk strategi diagnosis dan remediasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat makroskopik, strategi diagnosis dan remediasi dipahami sebagai diagnosis terpadu larutan dan kesetimbangan ion melalui makro-submikro-simbolik, grafik, dan eksperimen. Bahasa sehari-hari sering menggunakan kata yang sama dengan makna berbeda dari terminologi ilmiah. Peralihan register bahasa harus diajarkan eksplisit agar istilah familiar tidak membawa asumsi yang keliru. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa ketepatan hitung pH dianggap menjamin pemahaman partikel dan kesetimbangan. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

16.23.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk strategi diagnosis dan remediasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Pada tingkat submikroskopik, strategi diagnosis dan remediasi dipahami sebagai diagnosis terpadu larutan dan kesetimbangan ion melalui makro-submikro-simbolik, grafik, dan

eksperimen. Gambar dan analogi dapat membantu sekaligus menyesatkan bila fitur pemetaan dan batasnya tidak dijelaskan. Peserta didik perlu diminta menyebutkan bagian analogi yang sesuai dan yang tidak sesuai. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa ketepatan hitung pH dianggap menjamin pemahaman partikel dan kesetimbangan. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti uji konduktivitas, titrasi, simulasi ion, dan tes bertingkat dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi peta bukti dan confidence rating. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi seluruh konsep larutan dan asam-basa. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

16.23.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran

Dalam representasi simbolik, strategi diagnosis dan remediasi dipahami sebagai diagnosis terpadu larutan dan kesetimbangan ion melalui makro-submikro-simbolik, grafik, dan eksperimen. Urutan buku teks, penyederhanaan guru, dan latihan algoritmik dapat memperkuat miskonsepsi secara tidak sengaja. Audit representasi dan bahasa pengajaran diperlukan sebelum menyalahkan peserta didik. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa ketepatan hitung pH dianggap menjamin pemahaman partikel dan kesetimbangan. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti uji konduktivitas, titrasi, simulasi ion, dan tes bertingkat dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi peta bukti dan confidence rating. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi seluruh konsep larutan dan asam-basa. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk strategi diagnosis dan remediasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

16.23.13 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi seluruh konsep larutan dan asam-basa. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini

konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk strategi diagnosis dan remediasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara diagnostik, strategi diagnosis dan remediasi dipahami sebagai diagnosis terpadu larutan dan kesetimbangan ion melalui makro-submikro-simbolik, grafik, dan eksperimen. Pertanyaan terbuka harus memancing prediksi, alasan, bukti, dan penjelasan mekanistik. Respons tertulis sebaiknya ditindaklanjuti dengan pertanyaan klarifikasi singkat. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa ketepatan hitung pH dianggap menjamin pemahaman partikel dan kesetimbangan. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti uji konduktivitas, titrasi, simulasi ion, dan tes bertingkat dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi peta bukti dan confidence rating. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

16.23.14 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan

Remediasi untuk strategi diagnosis dan remediasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Secara epistemologis, strategi diagnosis dan remediasi dipahami sebagai diagnosis terpadu larutan dan kesetimbangan ion melalui makro-submikro-simbolik, grafik, dan eksperimen. Tes bertingkat memisahkan pilihan jawaban, alasan, dan keyakinan sehingga tebakan dapat dibedakan dari pemahaman. Distraktor harus berasal dari pola konsepsi yang benar-benar ditemukan dalam wawancara atau literatur. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa ketepatan hitung pH dianggap menjamin pemahaman partikel dan kesetimbangan. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti uji konduktivitas, titrasi, simulasi ion, dan tes bertingkat dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi peta bukti dan confidence rating. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi seluruh konsep larutan dan asam-basa. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

16.23.15 *Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain*

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa ketepatan hitung pH dianggap menjamin pemahaman partikel dan kesetimbangan. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti uji konduktivitas, titrasi, simulasi ion, dan tes bertingkat dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi peta bukti dan confidence rating. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi seluruh konsep larutan dan asam-basa. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk strategi diagnosis dan remediasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam konteks laboratorium, strategi diagnosis dan remediasi dipahami sebagai diagnosis terpadu larutan dan kesetimbangan ion melalui makro-submikro-simbolik, grafik, dan eksperimen. Tugas menggambar dan Predict-Observe-Explain mengungkap hubungan antara

model mental dan fenomena. Perbedaan prediksi dan observasi tidak otomatis mengubah konsep tanpa fase penjelasan dan rekonsiliasi. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

16.23.16 Analisis Respons dan Peta Bukti

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk strategi diagnosis dan remediasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Ketika peserta didik memecahkan soal, strategi diagnosis dan remediasi dipahami sebagai diagnosis terpadu larutan dan kesetimbangan ion melalui makro-submikro-simbolik, grafik, dan eksperimen. Analisis respons perlu menggunakan peta bukti, bukan keputusan berdasarkan satu butir. Konsistensi lintas konteks, representasi, dan waktu menentukan kuat-lemahnya klaim diagnostik. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa ketepatan hitung pH dianggap menjamin pemahaman partikel dan kesetimbangan. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti uji konduktivitas, titrasi, simulasi ion, dan tes bertingkat dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi peta bukti dan confidence rating. Hubungan ini

tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi seluruh konsep larutan dan asam-basa. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

16.23.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Untuk mencegah hafalan tanpa makna, strategi diagnosis dan remediasi dipahami sebagai diagnosis terpadu larutan dan kesetimbangan ion melalui makro-submikro-simbolik, grafik, dan eksperimen. Konflik kognitif efektif bila anomali dipahami, relevan, dan diikuti model alternatif yang lebih produktif. Kejutan tanpa dukungan dapat membuat peserta didik mengabaikan data atau menghafal pengecualian. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa ketepatan hitung pH dianggap menjamin pemahaman partikel dan kesetimbangan. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti uji konduktivitas, titrasi, simulasi ion, dan tes bertingkat dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi peta bukti dan confidence rating. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi seluruh konsep larutan dan asam-basa. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk strategi diagnosis dan remediasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

16.23.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk

Konteks seperti uji konduktivitas, titrasi, simulasi ion, dan tes bertingkat dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi peta bukti dan confidence rating. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi seluruh konsep larutan dan asam-basa. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk strategi diagnosis dan remediasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai

bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dalam pembelajaran kimia SMA, strategi diagnosis dan remediasi dipahami sebagai diagnosis terpadu larutan dan kesetimbangan ion melalui makro-submikro-simbolik, grafik, dan eksperimen. Representasi majemuk harus dikoordinasikan, bukan sekadar ditampilkan berdampingan. Prompt penghubung perlu menanyakan apa yang tetap, berubah, dan diwakili pada setiap bentuk. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa ketepatan hitung pH dianggap menjamin pemahaman partikel dan kesetimbangan. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

16.23.19 Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk strategi diagnosis dan remediasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Dari sudut pandang pedagogical content knowledge, strategi diagnosis dan remediasi dipahami sebagai diagnosis terpadu larutan dan kesetimbangan ion melalui makro-submikro-simbolik, grafik, dan eksperimen. Praktikum, simulasi, dan argumentasi memberi ruang untuk menguji klaim dengan data. Kegiatan harus dirancang agar variabel, prediksi, ketidakpastian, dan batas model dibahas secara eksplisit. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa ketepatan hitung pH dianggap menjamin pemahaman partikel dan kesetimbangan. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti uji konduktivitas, titrasi, simulasi ion, dan tes bertingkat dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi peta bukti dan confidence rating. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi seluruh konsep larutan dan asam-basa. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

16.23.20 *Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut*

Pada tingkat makroskopik, strategi diagnosis dan remediasi dipahami sebagai diagnosis terpadu larutan dan kesetimbangan ion melalui makro-submikro-simbolik, grafik, dan eksperimen. Perubahan konseptual dinilai melalui transfer ke masalah baru dan retensi setelah jeda waktu. Tindak lanjut harus membedakan penguasaan prosedur dari kemampuan menjelaskan dan mengevaluasi bukti. Pembahasan harus terus menegaskan bahwa definisi ilmiah berlaku dalam kondisi tertentu dan tidak boleh diperluas menjadi slogan universal.

Kesalahan yang paling perlu diantisipasi adalah anggapan bahwa ketepatan hitung pH dianggap menjamin pemahaman partikel dan kesetimbangan. Anggapan tersebut dapat bertahan karena memberi jawaban cepat terhadap soal rutin, tetapi gagal ketika kondisi, skala representasi, atau bentuk data diubah. Guru perlu meminta peserta didik menyatakan apa yang diamati, apa yang diinferensikan, dan prinsip apa yang digunakan untuk menghubungkan keduanya.

Konteks seperti uji konduktivitas, titrasi, simulasi ion, dan tes bertingkat dapat digunakan sebagai jangkar fenomenologis. Namun, pengalaman makroskopik perlu diterjemahkan ke model partikel dan kemudian ke representasi peta bukti dan confidence rating. Hubungan ini tidak bersifat otomatis: peserta didik perlu menjelaskan makna setiap besaran, arah perubahan, satuan, asumsi, serta alasan mengapa model tertentu relevan.

Pengetahuan prasyarat yang terutama diperlukan meliputi seluruh konsep larutan dan asam-basa. Sebelum pembelajaran dilanjutkan, guru dapat menggunakan dua atau tiga pertanyaan singkat untuk memeriksa prasyarat tersebut. Ketika prasyarat belum stabil, remediasi sebaiknya dilakukan pada simpul konsep yang paling mendasar agar latihan lanjutan tidak hanya memperkuat prosedur tanpa makna.

Pada level submikroskopik, peserta didik perlu menggambarkan entitas, jarak, gerak, interaksi, dan distribusi secara konsisten dengan data. Pada level simbolik, mereka perlu mengaitkan tanda, koefisien, eksponen, grafik, dan persamaan dengan peristiwa kimia. Kerangka ini konsisten dengan pembahasan representasi kimia oleh Johnstone, kajian miskonsepsi oleh Garnett, Taber, dan Kind, serta prinsip asesmen diagnostik bertingkat yang dikembangkan Treagust.

Diagnosis yang kuat tidak menetapkan miskonsepsi dari satu respons. Bukti yang lebih meyakinkan muncul apabila alasan yang sama berulang pada pertanyaan terbuka, pilihan beralasan, gambar, grafik, dan konteks transfer, disertai tingkat keyakinan tinggi. Sebaliknya, jawaban salah dengan keyakinan rendah lebih mungkin menunjukkan ketidakpastian atau pengetahuan yang belum lengkap.

Remediasi untuk strategi diagnosis dan remediasi perlu memberi kesempatan kepada peserta didik memprediksi, mengamati atau menganalisis data, menjelaskan ketidaksesuaian, dan membangun model alternatif. Guru tidak cukup menyatakan jawaban yang benar, tetapi harus menunjukkan daya jelas konsep ilmiah, batas penerapan konsep awal, dan cara memeriksa kesimpulan menggunakan bukti yang dapat ditelusuri.

Evaluasi akhir hendaknya memuat masalah yang berbeda dari contoh latihan, misalnya perubahan skala, representasi, kondisi awal, atau konteks eksperimen. Keberhasilan ditandai bukan hanya oleh hasil hitung, tetapi oleh konsistensi alasan, kemampuan memperbaiki model, penggunaan istilah secara tepat, serta retensi setelah jeda waktu.

Ringkasan Diagnostik 16.23

- Konsep sasaran: diagnosis terpadu larutan dan kesetimbangan ion melalui makro-submikro-simbolik, grafik, dan eksperimen.
- Miskonsepsi prioritas: ketepatan hitung pH dianggap menjamin pemahaman partikel dan kesetimbangan.
- Representasi minimum: fenomena uji konduktivitas, titrasi, simulasi ion, dan tes bertingkat, model partikel, dan simbol peta bukti dan confidence rating.
- Bukti minimum: satu pertanyaan terbuka, satu butir bertingkat, satu tugas representasi, dan satu konteks transfer.
- Keputusan pedagogis: remediasi didasarkan pada pola alasan dan keyakinan, bukan pada skor tunggal.

16.24 Sintesis Bab

Sintesis Bab 16 menegaskan bahwa konsep-konsep di dalamnya saling bergantung. Miskonsepsi yang tampak lokal sering berakar pada ketidakmampuan mengoordinasikan tingkat makroskopik, submikroskopik, simbolik, grafik, dan matematis. Karena itu, diagnosis perlu lintas representasi dan remediasi perlu menggabungkan bukti empiris, model, argumentasi, serta refleksi metakognitif. Perubahan konseptual dinilai melalui konsistensi alasan, transfer, dan retensi, bukan hanya peningkatan skor segera setelah pembelajaran.

Sintesis Bab 16 menegaskan bahwa konsep-konsep di dalamnya saling bergantung. Miskonsepsi yang tampak lokal sering berakar pada ketidakmampuan mengoordinasikan tingkat makroskopik, submikroskopik, simbolik, grafik, dan matematis. Karena itu, diagnosis perlu lintas representasi dan remediasi perlu menggabungkan bukti empiris, model, argumentasi, serta refleksi metakognitif. Perubahan konseptual dinilai melalui konsistensi alasan, transfer, dan retensi, bukan hanya peningkatan skor segera setelah pembelajaran.

Sintesis Bab 16 menegaskan bahwa konsep-konsep di dalamnya saling bergantung. Miskonsepsi yang tampak lokal sering berakar pada ketidakmampuan mengoordinasikan tingkat makroskopik, submikroskopik, simbolik, grafik, dan matematis. Karena itu, diagnosis perlu lintas representasi dan remediasi perlu menggabungkan bukti empiris, model, argumentasi, serta refleksi metakognitif. Perubahan konseptual dinilai melalui konsistensi alasan, transfer, dan retensi, bukan hanya peningkatan skor segera setelah pembelajaran.

Sintesis Bab 16 menegaskan bahwa konsep-konsep di dalamnya saling bergantung. Miskonsepsi yang tampak lokal sering berakar pada ketidakmampuan mengoordinasikan tingkat makroskopik, submikroskopik, simbolik, grafik, dan matematis. Karena itu, diagnosis perlu lintas representasi dan remediasi perlu menggabungkan bukti empiris, model, argumentasi, serta refleksi metakognitif. Perubahan konseptual dinilai melalui konsistensi alasan, transfer, dan retensi, bukan hanya peningkatan skor segera setelah pembelajaran.

Sintesis Bab 16 menegaskan bahwa konsep-konsep di dalamnya saling bergantung. Miskonsepsi yang tampak lokal sering berakar pada ketidakmampuan mengoordinasikan tingkat makroskopik, submikroskopik, simbolik, grafik, dan matematis. Karena itu, diagnosis perlu lintas representasi dan remediasi perlu menggabungkan bukti empiris, model, argumentasi, serta refleksi metakognitif. Perubahan konseptual dinilai melalui konsistensi alasan, transfer, dan retensi, bukan hanya peningkatan skor segera setelah pembelajaran.

Sintesis Bab 16 menegaskan bahwa konsep-konsep di dalamnya saling bergantung. Miskonsepsi yang tampak lokal sering berakar pada ketidakmampuan mengoordinasikan tingkat makroskopik, submikroskopik, simbolik, grafik, dan matematis. Karena itu, diagnosis perlu lintas representasi dan remediasi perlu menggabungkan bukti empiris, model, argumentasi, serta refleksi metakognitif. Perubahan konseptual dinilai melalui konsistensi alasan, transfer, dan retensi, bukan hanya peningkatan skor segera setelah pembelajaran.

Sintesis Bab 16 menegaskan bahwa konsep-konsep di dalamnya saling bergantung. Miskonsepsi yang tampak lokal sering berakar pada ketidakmampuan mengoordinasikan tingkat makroskopik, submikroskopik, simbolik, grafik, dan matematis. Karena itu, diagnosis perlu lintas representasi dan remediasi perlu menggabungkan bukti empiris, model, argumentasi, serta refleksi metakognitif. Perubahan konseptual dinilai melalui konsistensi alasan, transfer, dan retensi, bukan hanya peningkatan skor segera setelah pembelajaran.

Sintesis Bab 16 menegaskan bahwa konsep-konsep di dalamnya saling bergantung. Miskonsepsi yang tampak lokal sering berakar pada ketidakmampuan mengoordinasikan tingkat makroskopik, submikroskopik, simbolik, grafik, dan matematis. Karena itu, diagnosis perlu lintas representasi dan remediasi perlu menggabungkan bukti empiris, model, argumentasi, serta

refleksi metakognitif. Perubahan konseptual dinilai melalui konsistensi alasan, transfer, dan retensi, bukan hanya peningkatan skor segera setelah pembelajaran.

Sintesis Bab 16 menegaskan bahwa konsep-konsep di dalamnya saling bergantung. Miskonsepsi yang tampak lokal sering berakar pada ketidakmampuan mengoordinasikan tingkat makroskopik, submikroskopik, simbolik, grafik, dan matematis. Karena itu, diagnosis perlu lintas representasi dan remediasi perlu menggabungkan bukti empiris, model, argumentasi, serta refleksi metakognitif. Perubahan konseptual dinilai melalui konsistensi alasan, transfer, dan retensi, bukan hanya peningkatan skor segera setelah pembelajaran.

Sintesis Bab 16 menegaskan bahwa konsep-konsep di dalamnya saling bergantung. Miskonsepsi yang tampak lokal sering berakar pada ketidakmampuan mengoordinasikan tingkat makroskopik, submikroskopik, simbolik, grafik, dan matematis. Karena itu, diagnosis perlu lintas representasi dan remediasi perlu menggabungkan bukti empiris, model, argumentasi, serta refleksi metakognitif. Perubahan konseptual dinilai melalui konsistensi alasan, transfer, dan retensi, bukan hanya peningkatan skor segera setelah pembelajaran.

Daftar Pustaka Bab 16

- Atkins, P., de Paula, J., & Keeler, J. (2018). *Atkins' Physical Chemistry* (11th ed.). Oxford University Press.
- Brown, T. L., LeMay, H. E., Bursten, B. E., Murphy, C. J., Woodward, P. M., & Stoltzfus, M. W. (2018). *Chemistry: The Central Science* (14th ed.). Pearson.
- Flowers, P., Theopold, K., Langley, R., & Robinson, W. R. (2019). *Chemistry 2e*. OpenStax, Rice University. <https://openstax.org/details/books/chemistry-2e>
- IUPAC. (2025). *Compendium of Chemical Terminology (the Gold Book)*, 5th ed. <https://goldbook.iupac.org/>
- NIST. (2026). NIST Chemistry WebBook, SRD 69. <https://webbook.nist.gov/chemistry/>
- Johnstone, A. H. (1991). Why is science difficult to learn? Things are seldom what they seem. *Journal of Computer Assisted Learning*, 7(2), 75-83. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2729.1991.tb00230.x>
- Garnett, P. J., Garnett, P. J., & Hackling, M. W. (1995). Students' alternative conceptions in chemistry: A review of research and implications for teaching and learning. *Studies in Science Education*, 25(1), 69-96. <https://doi.org/10.1080/03057269508560003>
- Taber, K. S. (2002). *Chemical Misconceptions: Prevention, Diagnosis and Cure*. Royal Society of Chemistry.
- Kind, V. (2004). *Beyond Appearances: Students' Misconceptions about Basic Chemical Ideas* (2nd ed.). Royal Society of Chemistry.
- Treagust, D. F. (1988). Development and use of diagnostic tests to evaluate students' misconceptions in science. *International Journal of Science Education*, 10(2), 159-169. <https://doi.org/10.1080/0950069880100204>
- Driver, R., Squires, A., Rushworth, P., & Wood-Robinson, V. (1994). *Making Sense of Secondary Science*. Routledge.
- AAAS Project 2061. (2009). *Benchmarks for Science Literacy: Common student ideas and learning difficulties*. <https://www.project2061.org/publications/bsl/online/>

Banerjee, A. C. (1991). Misconceptions of students and teachers in chemical equilibrium. *International Journal of Science Education*, 13(4), 487-494. <https://doi.org/10.1080/0950069910130411>

Voska, K. W., & Heikkinen, H. W. (2000). Identification and analysis of student conceptions used to solve chemical equilibrium problems. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(2), 160-176. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-2736\(200002\)37:2<160::AID-TEA5>3.0.CO;2-K](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-2736(200002)37:2<160::AID-TEA5>3.0.CO;2-K)

Thomas, P. L., & Schwenz, R. W. (1998). College physical chemistry students' conceptions of equilibrium and fundamental thermodynamics. *Journal of Research in Science Teaching*, 35(10), 1151-1160. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-2736\(199812\)35:10<1151::AID-TEA6>3.0.CO;2-K](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-2736(199812)35:10<1151::AID-TEA6>3.0.CO;2-K)

Cakmakci, G. (2010). Identifying alternative conceptions of chemical kinetics among secondary school and undergraduate students in Turkey. *Journal of Chemical Education*, 87(4), 449-455. <https://doi.org/10.1021/ed8001336>

Chemistry LibreTexts. (2026). General Chemistry collections: thermochemistry, kinetics, equilibrium, and acid-base chemistry. <https://chem.libretexts.org/>

IUPAC. (1996). A glossary of terms used in chemical kinetics, including reaction dynamics. *Pure and Applied Chemistry*, 68(1), 149-192. <https://doi.org/10.1351/pac199668010149>

IUPAC. (2007). Glossary of terms used in physical organic chemistry. *Pure and Applied Chemistry*. <https://doi.org/10.1351/goldbook>

National Research Council. (2012). *A Framework for K-12 Science Education*. National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/13165>

GLOSARIUM

Glosarium ini memuat istilah-istilah penting yang digunakan dalam pembahasan termokimia, laju reaksi, kesetimbangan kimia, larutan, asam-basa, kesetimbangan ion, representasi kimia, diagnosis miskonsepsi, serta strategi remediasi dan perubahan konseptual.

A

Aktivitas kimia. Besaran tak berdimensi yang menyatakan konsentrasi efektif suatu spesies dalam campuran atau larutan. Pada larutan yang sangat encer, aktivitas sering didekati dengan konsentrasi, tetapi pada larutan pekat keduanya dapat berbeda karena adanya interaksi antarpartikel.

Aktivitas ion. Ukuran konsentrasi efektif suatu ion yang benar-benar berperan dalam kesetimbangan kimia. Aktivitas ion dipengaruhi oleh konsentrasi, muatan ion, kekuatan ionik larutan, dan koefisien aktivitas.

Algoritma penyelesaian soal. Urutan prosedur matematis yang digunakan untuk menyelesaikan persoalan kimia. Kemampuan menjalankan algoritma belum selalu menunjukkan pemahaman konseptual apabila peserta didik tidak mampu menjelaskan makna besaran dan hubungan kimia yang digunakan.

Analisis respons. Proses menelaah jawaban, alasan, tingkat keyakinan, gambar, grafik, dan penjelasan peserta didik untuk menentukan pola pemahaman yang mendasarinya.

Analogi. Perbandingan antara konsep kimia yang abstrak dengan objek atau peristiwa yang lebih dikenal. Analogi harus disertai penjelasan tentang persamaan dan batas perbandingannya agar tidak menimbulkan miskonsepsi baru.

Anion. Ion yang bermuatan negatif karena menerima satu atau lebih elektron atau karena proses kimia yang menghasilkan kelebihan muatan negatif.

Asam. Spesies yang menghasilkan ion hidrogen dalam air menurut teori Arrhenius, mendonorkan proton menurut teori Brønsted–Lowry, atau menerima pasangan elektron menurut teori Lewis.

Asam Arrhenius. Zat yang meningkatkan konsentrasi ion hidrogen atau ion hidronium ketika dilarutkan dalam air.

Asam Brønsted–Lowry. Spesies yang mendonorkan proton kepada spesies lain dalam suatu reaksi asam-basa.

Asam konjugasi. Spesies yang terbentuk setelah suatu basa menerima proton. Asam konjugasi dan basa asalnya berbeda satu proton.

Asam kuat. Asam yang mengalami ionisasi hampir sempurna dalam air pada kondisi tertentu. Kekuatan asam berkaitan dengan derajat ionisasi, bukan dengan jumlah atau konsentrasi larutannya.

Asam lemah. Asam yang hanya mengalami ionisasi sebagian dalam air sehingga membentuk kesetimbangan antara molekul yang belum terionisasi dan ion-ion hasil ionisasi.

Asam monoprotik. Asam yang dapat mendonorkan satu proton dari setiap molekulnya.

Asam diprotik. Asam yang dapat mendonorkan dua proton secara bertahap.

Asam poliprotik. Asam yang dapat mendonorkan lebih dari satu proton melalui beberapa tahap ionisasi.

Asesmen diagnostik. Penilaian yang digunakan untuk mengidentifikasi pengetahuan awal, kesulitan belajar, kekurangan pengetahuan, kesalahan prosedural, dan miskonsepsi peserta didik.

Asumsi ilmiah. Kondisi yang dianggap berlaku ketika suatu model, persamaan, atau metode perhitungan digunakan. Kesimpulan dapat menjadi tidak tepat apabila asumsi yang mendasarinya tidak terpenuhi.

Autoprotolisis air. Reaksi perpindahan proton antara dua molekul air yang menghasilkan ion hidronium dan ion hidroksida.

B

Basa. Spesies yang menghasilkan ion hidroksida dalam air menurut Arrhenius, menerima proton menurut Brønsted–Lowry, atau mendonorkan pasangan elektron menurut Lewis.

Basa Arrhenius. Zat yang meningkatkan konsentrasi ion hidroksida ketika dilarutkan dalam air.

Basa Brønsted–Lowry. Spesies yang menerima proton dalam suatu reaksi asam-basa.

Basa konjugasi. Spesies yang terbentuk setelah suatu asam melepaskan proton.

Basa kuat. Basa yang terdisosiasi atau bereaksi hampir sempurna di dalam air sehingga menghasilkan ion hidroksida sesuai stoikiometrinya.

Basa lemah. Basa yang bereaksi sebagian dengan air dan membentuk kesetimbangan antara basa, asam konjugasi, dan ion hidroksida.

Batas konsep. Kondisi yang menjelaskan kapan suatu definisi, hukum, model, atau persamaan dapat diterapkan. Pemahaman batas konsep mencegah generalisasi berlebihan.

Besaran ekstensif. Besaran yang nilainya bergantung pada jumlah materi, seperti massa, volume, jumlah mol, dan entalpi total.

Besaran intensif. Besaran yang nilainya tidak bergantung langsung pada jumlah materi, seperti suhu, tekanan, massa jenis, dan konsentrasi.

Bilangan stoikiometri. Bilangan dalam persamaan reaksi setara yang menunjukkan perbandingan jumlah zat yang bereaksi dan terbentuk.

Buffer. Istilah lain untuk larutan penyangga, yaitu larutan yang mampu mempertahankan pH relatif konstan ketika ditambah sedikit asam atau basa.

Bukti diagnostik. Informasi yang digunakan untuk menentukan keadaan pemahaman peserta didik, seperti jawaban, alasan, gambar partikel, grafik, hasil wawancara, prediksi, dan tingkat keyakinan.

C

Campuran homogen. Campuran yang komponen-komponennya terdistribusi secara merata dan membentuk satu fase pada tingkat makroskopik.

Claim–Evidence–Reasoning. Kerangka argumentasi ilmiah yang terdiri atas klaim, bukti, dan penalaran yang menghubungkan bukti dengan klaim.

Confidence rating. Skala yang menunjukkan tingkat keyakinan peserta didik terhadap jawaban atau alasan yang diberikan.

Contoh. Kasus yang memenuhi seluruh karakteristik utama suatu konsep.

Contoh batas. Kasus yang berada di sekitar batas penerapan suatu konsep dan digunakan untuk menguji ketepatan definisi.

D

Daya hantar listrik. Kemampuan bahan atau larutan menghantarkan arus listrik. Dalam larutan, daya hantar dipengaruhi oleh keberadaan, konsentrasi, muatan, dan mobilitas ion.

Definisi konseptual. Penjelasan mengenai makna suatu konsep berdasarkan teori dan hubungannya dengan konsep lain.

Definisi operasional. Definisi yang menjelaskan bagaimana suatu konsep dikenali, diamati, diukur, dihitung, atau diterapkan.

Derajat ionisasi. Perbandingan jumlah zat yang mengalami ionisasi dengan jumlah awal zat tersebut, yang dapat dinyatakan sebagai pecahan atau persentase.

Diagram energi. Representasi perubahan energi sistem sepanjang koordinat reaksi, yang dapat menunjukkan energi reaktan, produk, energi aktivasi, dan perubahan entalpi.

Diagnosis miskonsepsi. Proses sistematis untuk menentukan apakah suatu pola jawaban menunjukkan miskonsepsi, kekurangan pengetahuan, kesalahan hitung, atau tebakan.

Diagnosis multi-instrumen. Diagnosis yang menggunakan beberapa bentuk bukti, seperti tes bertingkat, pertanyaan terbuka, wawancara, grafik, dan gambar partikel.

Disosiasi. Proses pemisahan senyawa ionik menjadi ion-ion penyusunnya ketika dilarutkan atau dilelehkan.

Distribusi energi. Penyebaran energi kinetik di antara partikel-partikel dalam suatu sistem.

E

Efek ion senama. Perubahan kesetimbangan ionisasi atau kelarutan akibat penambahan ion yang telah terdapat dalam sistem kesetimbangan.

Efek pengenceran. Perubahan komposisi kesetimbangan akibat penambahan pelarut. Pengenceran mengubah konsentrasi, tetapi tidak mengubah tetapan kesetimbangan pada suhu tetap.

Eksoterm. Proses yang melepaskan kalor dari sistem ke lingkungan. Pada tekanan tetap, proses eksoterm memiliki perubahan entalpi negatif.

Elektrolit. Zat yang menghasilkan ion-ion bergerak ketika dilarutkan atau dilelehkan sehingga dapat menghantarkan arus listrik.

Elektrolit kuat. Elektrolit yang terdisosiasi atau terionisasi hampir sempurna dalam larutan.

Elektrolit lemah. Elektrolit yang terionisasi sebagian dan membentuk kesetimbangan antara molekul netral dan ion-ionnya.

Endoterm. Proses yang menyerap kalor dari lingkungan ke dalam sistem. Pada tekanan tetap, proses endoterm memiliki perubahan entalpi positif.

Energi. Kemampuan sistem untuk melakukan kerja atau memindahkan kalor.

Energi aktivasi. Energi minimum yang berkaitan dengan penghalang energi yang harus dilampaui agar reaksi dapat berlangsung melalui lintasan tertentu.

Energi ikatan. Energi yang diperlukan untuk memutuskan satu mol ikatan tertentu dalam fase gas pada kondisi yang ditetapkan.

Entalpi. Fungsi keadaan yang didefinisikan sebagai ($H=U+pV$). Pada tekanan tetap, perubahan entalpi berhubungan dengan kalor yang dipertukarkan oleh sistem.

Entalpi pembakaran standar. Perubahan entalpi ketika satu mol zat dibakar secara sempurna dalam oksigen pada keadaan standar.

Entalpi pembentukan standar. Perubahan entalpi ketika satu mol senyawa terbentuk dari unsur-unsurnya dalam keadaan standar.

Entalpi reaksi. Selisih entalpi antara produk dan reaktan untuk suatu reaksi sebagaimana dituliskan.

Entitas kimia. Partikel atau satuan kimia yang dibahas dalam suatu sistem, seperti atom, molekul, ion, radikal, atau satuan formula.

Evaluasi transfer. Penilaian kemampuan peserta didik menerapkan konsep pada masalah, kondisi, atau representasi yang berbeda dari contoh pembelajaran.

F

Faktor laju reaksi. Kondisi yang dapat memengaruhi laju reaksi, antara lain konsentrasi, tekanan, suhu, luas permukaan, sifat reaktan, dan katalis.

Fase. Bagian sistem yang memiliki sifat fisika dan kimia seragam serta dipisahkan dari bagian lain oleh batas tertentu.

Fenomena makroskopik. Peristiwa kimia yang dapat diamati atau diukur, seperti perubahan warna, suhu, tekanan, volume, dan daya hantar listrik.

Fenomenologis. Berkaitan dengan gejala atau peristiwa yang dapat diamati dan digunakan sebagai dasar penjelasan ilmiah.

Fungsi keadaan. Besaran yang nilainya hanya bergantung pada keadaan awal dan akhir sistem, bukan pada lintasan proses.

G

Gambar partikel. Representasi visual atom, molekul, atau ion yang digunakan untuk menjelaskan komposisi, distribusi, gerak, dan interaksi partikel.

Garam. Senyawa ionik yang dapat terbentuk melalui reaksi antara asam dan basa atau melalui proses kimia lainnya.

Generalisasi berlebihan. Penerapan suatu aturan pada semua keadaan tanpa memperhatikan syarat dan batas penerapannya.

Gradien grafik. Perbandingan perubahan nilai pada sumbu vertikal dengan perubahan nilai pada sumbu horizontal.

Grafik konsentrasi–waktu. Grafik yang menunjukkan perubahan konsentrasi reaktan atau produk terhadap waktu.

Grafik laju–waktu. Grafik yang menunjukkan perubahan laju reaksi selama proses reaksi berlangsung.

H

Hasil kali ion. Hasil perkalian aktivitas atau konsentrasi efektif ion-ion tertentu pada suatu keadaan.

Hasil kali kelarutan. Tetapan kesetimbangan pelarutan senyawa ionik sukar larut yang dinyatakan sebagai hasil kali aktivitas ion-ionnya.

Hidratasi. Interaksi antara partikel zat terlarut dan molekul air yang mengelilinginya.

Hidrolisis garam. Reaksi ion-ion garam dengan air yang menghasilkan spesies asam atau basa sehingga dapat memengaruhi pH larutan.

Hukum Hess. Prinsip yang menyatakan bahwa perubahan entalpi total suatu reaksi hanya bergantung pada keadaan awal dan akhir.

Hukum kekekalan energi. Prinsip bahwa energi tidak dapat diciptakan atau dimusnahkan, tetapi dapat diubah atau dipindahkan.

Hukum laju. Persamaan empiris yang menyatakan hubungan antara laju reaksi, konstanta laju, dan konsentrasi spesies yang memengaruhi laju.

I

Ikatan kimia. Interaksi yang menstabilkan atom atau ion dalam suatu struktur kimia.

Indikator asam-basa. Zat yang mengalami perubahan warna atau sifat lain pada rentang pH tertentu.

Inferensi. Kesimpulan yang dibangun berdasarkan hasil observasi dan prinsip ilmiah.

Instrumen diagnostik. Perangkat yang digunakan untuk mengungkap pola pemahaman peserta didik.

Interaksi antarmolekul. Gaya tarik atau tolak yang bekerja di antara molekul dan memengaruhi berbagai sifat fisika serta kimia zat.

Ion. Atom atau gugus atom yang bermuatan listrik karena kehilangan atau menerima elektron.

Ion hidronium. Ion (H_3O^+) yang terbentuk ketika molekul air menerima proton.

Ion hidroksida. Ion (OH^-) yang berperan penting dalam pembahasan sifat basa dan kesetimbangan air.

Ionisasi. Proses pembentukan ion dari atom atau molekul netral.

IUPAC. International Union of Pure and Applied Chemistry, organisasi internasional yang mengembangkan rekomendasi tata nama, istilah, simbol, dan standar kimia.

J

Jangkar fenomenologis. Fenomena nyata, demonstrasi, atau eksperimen yang digunakan sebagai titik awal untuk menghubungkan pengamatan dengan model partikel dan representasi simbolik.

Jawaban benar semu. Jawaban yang secara hasil benar, tetapi diperoleh melalui alasan keliru, tebakan, atau prosedur yang tidak dipahami.

Jejaring konsep. Hubungan antarkonsep yang menunjukkan posisi suatu konsep sebagai prasyarat, penghubung, atau pengembangan dari konsep lainnya.

Jumlah mol. Besaran yang menyatakan banyaknya entitas kimia di dalam suatu sampel.

Justifikasi. Penjelasan yang menunjukkan mengapa suatu klaim dapat diterima berdasarkan bukti dan prinsip ilmiah.

K

Kalor. Energi yang berpindah antara sistem dan lingkungan akibat adanya perbedaan suhu.

Kalor jenis. Kalor yang diperlukan untuk menaikkan suhu satu satuan massa zat sebesar satu derajat.

Kalorimeter. Alat yang digunakan untuk mengukur pertukaran kalor dalam suatu proses fisika atau kimia.

Kalorimetri. Metode pengukuran kalor berdasarkan perubahan suhu dan kapasitas kalor sistem.

Kapasitas kalor. Kalor yang diperlukan untuk menaikkan suhu suatu benda atau sistem sebesar satu derajat.

Katalis. Zat yang meningkatkan laju reaksi dengan menyediakan lintasan alternatif berenergi aktivasi lebih rendah tanpa habis secara keseluruhan.

Kation. Ion bermuatan positif.

Keadaan setimbang. Keadaan ketika laju reaksi maju sama dengan laju reaksi balik sehingga sifat makroskopik sistem tetap.

Keadaan standar. Keadaan acuan yang digunakan untuk menyatakan besaran termodinamika suatu zat.

Keadaan transisi. Konfigurasi partikel berenergi tinggi yang berada di sekitar puncak penghalang energi reaksi.

Kelarutan. Jumlah maksimum zat yang dapat larut dalam sejumlah pelarut pada suhu dan kondisi tertentu.

Kerangka makroskopik–submikroskopik–simbolik. Kerangka pembelajaran yang menghubungkan fenomena yang dapat diamati, model partikel, serta simbol dan persamaan kimia.

Kesalahan hitung. Kesalahan dalam operasi matematis, penggunaan satuan, atau substitusi angka yang tidak selalu menunjukkan miskonsepsi.

Kesalahan prosedural. Kesalahan dalam memilih atau menjalankan tahapan penyelesaian masalah.

Kesetimbangan dinamis. Keadaan setimbang yang tetap melibatkan reaksi maju dan balik secara terus-menerus pada tingkat partikel.

Kesetimbangan heterogen. Kesetimbangan yang melibatkan zat-zat dalam lebih dari satu fase.

Kesetimbangan homogen. Kesetimbangan yang semua komponennya berada dalam fase yang sama.

Kesetimbangan ion. Kesetimbangan yang melibatkan pembentukan dan konsumsi ion dalam larutan.

Ketidakpastian. Keadaan ketika peserta didik belum mempunyai alasan atau keyakinan yang stabil terhadap suatu jawaban.

Kinetika kimia. Cabang kimia yang mempelajari laju reaksi, faktor yang memengaruhi laju, dan mekanisme reaksi.

Koefisien aktivitas. Faktor koreksi yang menghubungkan konsentrasi suatu spesies dengan aktivitasnya.

Koefisien stoikiometri. Bilangan dalam persamaan reaksi setara yang menyatakan perbandingan jumlah reaktan dan produk.

Konflik kognitif. Ketidaksesuaian antara prediksi atau konsepsi awal dengan hasil pengamatan atau bukti ilmiah.

Konsentrasi. Ukuran banyaknya zat terlarut dalam sejumlah larutan atau pelarut.

Konsepsi alternatif. Gagasan yang berbeda dari konsep ilmiah yang diterima dan digunakan seseorang untuk menjelaskan suatu fenomena.

Konstanta laju. Tetapan dalam hukum laju yang dipengaruhi oleh suhu, katalis, dan sifat reaksi.

Koordinasi antarrepresentasi. Kemampuan menghubungkan fenomena makroskopik, model partikel, dan bentuk simbolik secara konsisten.

Kuosien reaksi. Besaran yang digunakan untuk membandingkan komposisi sistem pada suatu saat dengan komposisi pada keadaan setimbang.

L

Laju balik. Laju perubahan reaksi dari produk menuju reaktan dalam reaksi reversibel.

Laju maju. Laju perubahan reaksi dari reaktan menuju produk.

Laju rata-rata. Perubahan konsentrasi reaktan atau produk selama selang waktu tertentu.

Laju reaksi. Perubahan konsentrasi atau jumlah spesies kimia per satuan waktu.

Laju sesaat. Laju reaksi pada waktu tertentu yang ditentukan melalui gradien garis singgung pada grafik konsentrasi terhadap waktu.

Larutan. Campuran homogen yang terdiri atas zat terlarut dan pelarut.

Larutan elektrolit. Larutan yang mengandung ion-ion bergerak sehingga dapat menghantarkan arus listrik.

Larutan ideal. Model larutan yang dianggap memenuhi hubungan tertentu tanpa penyimpangan akibat interaksi antarpartikel.

Larutan jenuh. Larutan yang berada dalam kesetimbangan dengan zat terlarut yang belum larut.

Larutan lewat jenuh. Larutan yang mengandung zat terlarut lebih banyak daripada jumlah kesetimbangannya pada kondisi tertentu.

Larutan penyangga. Larutan yang dapat mempertahankan pH relatif konstan ketika ditambah sedikit asam atau basa.

Larutan tak jenuh. Larutan yang masih mampu melarutkan tambahan zat terlarut.

Le Chatelier, asas. Prinsip yang menjelaskan kecenderungan sistem setimbang menanggapi gangguan konsentrasi, tekanan, volume, atau suhu.

Lingkungan. Bagian alam semesta di luar sistem yang dapat berinteraksi dengan sistem.

Lintasan reaksi. Urutan perubahan konfigurasi partikel dari reaktan menjadi produk.

Luas permukaan. Luas bagian zat yang bersentuhan dengan reaktan lain dan dapat memengaruhi laju reaksi heterogen.

M

Makroskopik. Tingkat representasi yang berkaitan dengan sifat atau perubahan yang dapat diamati secara langsung.

Mekanisme reaksi. Rangkaian tahap elementer yang menjelaskan perubahan reaktan menjadi produk.

Metakognisi. Kesadaran peserta didik terhadap cara berpikir, alasan, keyakinan, dan strategi belajarnya sendiri.

Miskonsepsi. Pemahaman yang tidak sesuai dengan konsep ilmiah dan digunakan secara relatif konsisten untuk menjelaskan suatu fenomena.

Model ilmiah. Representasi konseptual, visual, fisik, atau matematis yang digunakan untuk menjelaskan dan memprediksi fenomena.

Model mental. Representasi internal yang digunakan seseorang untuk memahami dan menjelaskan suatu fenomena.

Model partikel. Representasi atom, molekul, atau ion yang digunakan untuk menjelaskan fenomena pada tingkat submikroskopik.

Mol. Satuan SI untuk jumlah zat. Satu mol mengandung tepat $(6,02214076 \times 10^{23})$ entitas.

Molalitas. Jumlah mol zat terlarut per kilogram pelarut.

Molaritas. Jumlah mol zat terlarut per liter larutan.

N

Netral. Keadaan ketika aktivitas ion hidrogen sama dengan aktivitas ion hidroksida.

Netralisasi. Reaksi asam-basa yang melibatkan perpindahan proton atau interaksi antara spesies asam dan basa.

NIST. National Institute of Standards and Technology, lembaga yang menyediakan berbagai data ilmiah terverifikasi.

Nonelektrolit. Zat yang tidak menghasilkan ion dalam jumlah berarti ketika dilarutkan.

Noncontoh. Kasus yang tidak memenuhi karakteristik utama suatu konsep dan digunakan untuk memperjelas batas konsep.

O

Observasi. Informasi yang diperoleh secara langsung melalui pancaindra atau alat ukur.

Orde keseluruhan. Jumlah pangkat konsentrasi semua spesies dalam persamaan laju.

Orde reaksi. Pangkat konsentrasi suatu spesies dalam hukum laju yang ditentukan berdasarkan data eksperimen.

Orientasi tumbukan. Susunan relatif partikel ketika bertumbukan yang dapat menentukan apakah tumbukan menghasilkan reaksi.

P

Pasangan asam-basa konjugasi. Dua spesies yang berbeda satu proton.

Pelarut. Komponen larutan yang menjadi medium pendispersi zat terlarut.

Pelarutan. Proses bercampurnya zat terlarut dengan pelarut melalui pemisahan dan interaksi partikel.

Pemahaman algoritmik. Kemampuan menjalankan prosedur perhitungan tanpa selalu memahami alasan konseptual yang mendasarinya.

Pemahaman konseptual. Kemampuan menjelaskan makna, hubungan, batas penerapan, dan representasi suatu konsep.

Pemutusan ikatan. Proses yang membutuhkan energi untuk memisahkan atom-atom yang berikatan.

Pembentukan ikatan. Proses yang umumnya melepaskan energi ketika atom membentuk susunan yang lebih stabil.

Pengenceran. Penambahan pelarut yang menyebabkan penurunan konsentrasi zat terlarut.

Penghalang energi. Hambatan energi yang harus dilampaui agar reaksi dapat berlangsung.

Perubahan entalpi. Selisih entalpi keadaan akhir dan keadaan awal suatu sistem.

Perubahan konseptual. Proses memperbaiki, mereorganisasi, atau mengganti konsepsi awal agar sesuai dengan konsep ilmiah.

Persamaan Arrhenius. Persamaan yang menunjukkan hubungan antara konstanta laju, energi aktivasi, dan suhu.

Persamaan ion bersih. Persamaan reaksi yang hanya menampilkan spesies yang benar-benar mengalami perubahan.

Persamaan laju. Persamaan yang menghubungkan laju reaksi dengan konsentrasi spesies dan konstanta laju.

Persamaan termokimia. Persamaan reaksi yang dilengkapi keadaan fisik zat dan nilai perubahan entalpi.

Peta bukti. Susunan bukti dari berbagai instrumen yang digunakan untuk mendukung keputusan diagnostik.

Peta konsep. Representasi grafis yang menunjukkan konsep-konsep dan hubungan di antaranya.

pH. Negatif logaritma aktivitas ion hidrogen. Dalam larutan encer, aktivitas sering didekati dengan konsentrasi.

pOH. Negatif logaritma aktivitas ion hidroksida.

POE. Singkatan dari *Predict–Observe–Explain*, yaitu strategi pembelajaran melalui kegiatan memprediksi, mengamati, dan menjelaskan.

Prasyarat konsep. Pengetahuan dan kemampuan yang perlu dikuasai sebelum mempelajari konsep berikutnya.

Produk. Spesies yang terbentuk dalam suatu reaksi kimia.

Protonasi. Proses penerimaan proton oleh suatu spesies.

Q

Q. Simbol yang umum digunakan untuk kuosien reaksi. Perbandingan nilai (Q) dan (K) digunakan untuk memprediksi arah perubahan sistem.

q. Simbol yang sering digunakan untuk menyatakan kalor yang berpindah antara sistem dan lingkungan.

R

Reaktan. Spesies awal yang mengalami perubahan dalam suatu reaksi kimia.

Reaksi elementer. Satu tahap reaksi yang berlangsung melalui satu peristiwa molekuler.

Reaksi endoterm. Reaksi yang menyerap kalor dari lingkungan.

Reaksi eksoterm. Reaksi yang melepaskan kalor ke lingkungan.

Reaksi irreversibel. Reaksi yang pada kondisi tertentu berlangsung dominan ke satu arah.

Reaksi reversibel. Reaksi yang dapat berlangsung dalam arah maju dan balik.

Reaksi spontan. Proses yang mempunyai kecenderungan termodinamik untuk berlangsung pada kondisi tertentu. Spontan tidak selalu berarti cepat.

Remediasi. Tindakan pembelajaran yang dirancang untuk memperbaiki kesulitan, kekurangan pengetahuan, atau miskonsepsi.

Remediasi berbasis bukti. Intervensi pembelajaran yang dipilih berdasarkan hasil diagnosis dan pola respons peserta didik.

Representasi majemuk. Penggunaan beberapa bentuk representasi untuk menjelaskan konsep yang sama.

Representasi simbolik. Penyajian konsep kimia melalui simbol, rumus, persamaan, angka, grafik, dan diagram.

Retensi. Kemampuan mempertahankan pemahaman setelah berlalu suatu jangka waktu.

S

Satuan. Acuan baku yang digunakan untuk menyatakan hasil pengukuran.

Sistem. Bagian alam semesta yang dipilih sebagai objek kajian.

Sistem terisolasi. Sistem yang tidak mempertukarkan materi maupun energi dengan lingkungan.

Sistem terbuka. Sistem yang dapat mempertukarkan materi dan energi dengan lingkungan.

Sistem tertutup. Sistem yang dapat mempertukarkan energi, tetapi tidak mempertukarkan materi dengan lingkungan.

Simbolik. Tingkat representasi yang menggunakan simbol, rumus, grafik, dan persamaan matematis.

Simulasi. Model berbasis komputer atau media lain yang digunakan untuk menirukan perilaku suatu sistem.

Solvasi. Proses pengelilingan dan penstabilan partikel zat terlarut oleh molekul pelarut.

Spesies kimia. Entitas kimia tertentu, seperti atom, molekul, ion, radikal, atau kompleks.

Stoikiometri. Kajian hubungan kuantitatif antara reaktan dan produk berdasarkan persamaan reaksi setara.

Submikroskopik. Tingkat representasi yang menjelaskan fenomena melalui atom, molekul, ion, gerak, tumbukan, dan interaksi partikel.

Suhu. Besaran yang berkaitan dengan distribusi energi termal partikel.

Sumbu-x. Sumbu horizontal pada grafik yang umumnya digunakan untuk menyatakan variabel bebas.

Sumbu-y. Sumbu vertikal pada grafik yang umumnya digunakan untuk menyatakan variabel terikat.

T

Tebakan. Jawaban yang diberikan tanpa dasar pengetahuan atau penalaran yang memadai.

Tekanan parsial. Tekanan yang diberikan oleh suatu komponen gas dalam campuran gas.

Termokimia. Cabang kimia yang mempelajari perubahan energi, terutama kalor dan entalpi, dalam reaksi kimia dan perubahan fisika.

Tes diagnostik bertingkat. Tes yang mencakup beberapa tingkat, seperti jawaban, alasan, dan tingkat keyakinan.

Tetapan ionisasi asam. Tetapan kesetimbangan, (K_a), yang menunjukkan kecenderungan suatu asam mengalami ionisasi.

Tetapan ionisasi basa. Tetapan kesetimbangan, (K_b), yang menunjukkan kecenderungan suatu basa bereaksi atau mengalami ionisasi.

Tetapan kesetimbangan. Besaran yang menunjukkan hubungan aktivitas spesies pada keadaan setimbang untuk reaksi dan suhu tertentu.

Tetapan kesetimbangan konsentrasi. Tetapan kesetimbangan, (K_c), yang dinyatakan menggunakan konsentrasi spesies.

Tetapan kesetimbangan tekanan. Tetapan kesetimbangan, (K_p), yang dinyatakan menggunakan tekanan parsial gas.

Tetapan ionisasi air. Tetapan (K_w) untuk kesetimbangan autoprotolisis air.

Titik akhir titrasi. Keadaan ketika indikator atau alat memberikan tanda bahwa proses titrasi dihentikan.

Titik ekuivalen. Keadaan ketika jumlah titran secara stoikiometrik tepat bereaksi dengan analit.

Titrasi. Metode analisis untuk menentukan jumlah atau konsentrasi zat melalui reaksi dengan larutan standar.

Transfer belajar. Kemampuan menggunakan pengetahuan yang telah dipelajari dalam konteks baru.

Tumbukan efektif. Tumbukan antarpartikel yang mempunyai energi dan orientasi sesuai sehingga menghasilkan reaksi.

U

Uji konduktivitas. Pengujian kemampuan suatu larutan menghantarkan arus listrik.

Uji transfer. Tugas yang digunakan untuk mengukur kemampuan peserta didik menerapkan konsep pada situasi baru.

Ukuran partikel. Dimensi relatif partikel padat yang dapat memengaruhi luas permukaan dan laju reaksi.

Umpan balik. Informasi yang diberikan kepada peserta didik mengenai kekuatan, kekurangan, dan cara memperbaiki pemahamannya.

V

Validitas diagnostik. Tingkat ketepatan suatu instrumen dalam mengidentifikasi keadaan pemahaman yang hendak diukur.

Variabel bebas. Variabel yang sengaja diubah untuk mengetahui pengaruhnya terhadap variabel lain.

Variabel kontrol. Variabel yang dijaga tetap selama eksperimen.

Variabel terikat. Variabel yang diamati atau diukur sebagai akibat perubahan variabel bebas.

Van't Hoff, hubungan. Hubungan antara tetapan kesetimbangan dan suhu yang dipengaruhi oleh perubahan entalpi reaksi.

Volume. Besaran ruang yang ditempati suatu materi atau sistem.

W

Wadah tertutup. Wadah yang mencegah pertukaran materi dengan lingkungan.

Waktu paruh. Waktu yang diperlukan agar konsentrasi suatu reaktan berkurang menjadi setengah dari nilai awalnya.

Wawancara diagnostik. Percakapan terstruktur atau semiterstruktur untuk menelusuri alasan, model mental, dan keyakinan peserta didik.

X

X-axis. Istilah bahasa Inggris untuk sumbu-x atau sumbu horizontal pada grafik.

X-intersep. Titik tempat suatu garis atau kurva memotong sumbu-x.

Y

Y-axis. Istilah bahasa Inggris untuk sumbu-y atau sumbu vertikal pada grafik.

Yield. Istilah bahasa Inggris untuk rendemen, yaitu perbandingan jumlah produk yang diperoleh dengan jumlah maksimum teoretis.

Z

Zat. Materi yang mempunyai massa dan menempati ruang.

Zat murni. Materi yang mempunyai komposisi kimia seragam dan berupa unsur atau senyawa.

Zat pelarut. Komponen larutan yang berfungsi sebagai medium pelarutan.

Zat terlarut. Komponen larutan yang terdispersi secara homogen di dalam pelarut.

- KASMUI -
Dosen Kimia, Komputasi, IT, AI UNNES

<https://hisabmu.com/>
<https://kasmui.cloud/>

Ketua PCM Gunungpati 2	Anggota Majelis Tabligh PDM Kota Semarang & PWM Jawa Tengah	Tim Pengembang Software KHGT MTT PP Muhammadiyah	Praktisi Ilmu Falak

KASMUI

MISKONSEPSI KONSEP KIMIA SMA

BAGIAN IV MISKONSEPSI PADA KONSEP KIMIA KELAS XI

SINOPSIS ISI BUKU

Buku ini merupakan Bagian IV dari seri Miskonsepsi Konsep Kimia SMA yang memfokuskan pembahasan pada konsep-konsep kimia kelas XI: termokimia, laju reaksi, kesetimbangan kimia, serta larutan, asam-basa, dan kesetimbangan ion.

Setiap konsep dikaji melalui kerangka makroskopik–submikroskopik–simbolik dengan pendekatan yang sistematis dan mendalam. Pembahasan mencakup definisi operasional, kedudukan konseptual, prasyarat belajar, fenomena penting, model partikel, bahasa simbolik dan matematis, koordinasi antarrepresentasi, contoh dan noncontoh, hingga kasus batas. Dengan demikian, buku ini tidak hanya menjelaskan apa yang benar, tetapi juga mengapa miskonsepsi muncul dan bagaimana mengatasinya.

Pola miskonsepsi diidentifikasi secara komprehensif berikut sumber penyebabnya, lalu disertai strategi diagnosis, instrumen tes bertingkat, analisis respons, dan berbagai strategi remediasi berbasis bukti. Evaluasi transfer dan retensi membantu memastikan pemahaman yang benar, stabil, dan dapat diterapkan pada konteks baru.

Rujukan yang digunakan berasal dari terminologi IUPAC, data tepercaya seperti NIST, buku teks kimia dan kimia fisik yang mapan, buku terbuka, monograf pendidikan kimia, serta artikel jurnal bereputasi dengan identitas publikasi yang dapat ditelusuri. Buku ini dirancang untuk menjadi rujukan utama bagi guru, mahasiswa pendidikan kimia, dosen, peneliti, dan peserta didik dalam membangun pembelajaran kimia yang lebih konseptual, berbasis bukti, dan bermakna.

Semoga buku ini menjadi sarana menuntut ilmu dan berkontribusi pada peningkatan kualitas pendidikan kimia yang diridhai Allah Swt.

$$K_c = \frac{[C]^c [D]^d}{[A]^a [B]^b}$$

$$\text{pH} = -\log [H^+]$$

$$\Delta H = H_{\text{produk}} - H_{\text{reaktan}}$$

